REVISTA

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
http://www.sodebras.com.br

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

COMPOSTO A COMPOSTO – UMA MANEIRA DIVERTIDA DE APRENDER FUNÇÕES ORGÂNICAS – Michele Asley Alencar Lima; Isac Barbosa de Almeida; Suzana Pereira Rêgo 06

EXTRATIVISMO DO SIRI COM GAIOLAS NO LITORAL PARANAENSE: IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS – Adilson Anacleto; Cassiana Baptista-Metri; Thiago Pereira Gonçalves; Adélcio Matoso Calado; Éder Serafim do Rosário; Mariana Pontes; Paulo Roberto das Neves 09

ANÁLISE LOGÍSTICA E AMBIENTAL DO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DA CANA DE AÇÚCAR – Luzenira Alves Brasileiro; Daniel Araujo Gonçalves 15

APROVEITAMENTO DA SÍLICA RESIDUAL DA QUEIMA DA CASCA DO ARROZ E DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA FABRICAÇÃO DE CERÂMICAS – Naiane Paiva Stochero, Antônio Petterle; Ederli Marangon; Marco Antônio Durlo Tier 19

DESEMPENHO MECÂNICO E TERMOMECÂNICO DE CERÂMICA CONTENDO SÍLICA RESIDUAL DA QUEIMA DA CASCA DO ARROZ E FIBRAS DE AÇO – Naiane Paiva Stochero; Antônio Petterle; Ederli Marangon; Marco Antônio Durlo Tier 23

ACOPLAMENTO ENTRE FLUXO DE POTÊNCIA ATIVA/REATIVA E VARIÁVEIS DE ESTADO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO REAIS DE ALTA, MÉDIA E BAIXA TENSÕES – Clainer Bravin Donadel; Jussara Farias Fardin; Lucas Frizera Encarnação 27

ANÁLISE DA DISTORÇÃO HARMÔNICA NO CONVERSOR MULTINÍVEL MODULAR – MMC EM SISTEMAS DE MÉDIA TENSÃO – Weder Tótola Nunes; Lucas Frizera Encarnação 32

ANÁLISE QUALITATIVA DO CONVERSOR MULTINÍVEL MODULAR – MMC OPERANDO COMO COMPENSADOR SÍNCRONO ESTÁTICO EM SISTEMAS DE MÉDIA TENSÃO – Weder Tótola Nune; Lucas Frizera Encarnação 38

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS ENERGÉTICOS CASO DA USINA HIDRELÉTRICA DO CUBATÃO-SC – Adalberto de A. Barreto 42

CONVERSOR BOOST QUADRÁTICO COM CÉLULA DE COMUTAÇÃO SUAVE – Mikael N. F. Oliveira; Lúcio R. Barbosa 48

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO FV, PARA SATISFACER LAS NECESIDADES BÁSICAS EN ZONAS NO INTERCONECTADAS – Augustin Valverde Granja; Daniver Torres Riascos; Teofilo Miguel de Souza ... 54

IMPACTO DA CONFIABILIDADE DAS UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO CARREGAMENTO LÍQUIDO DOS ALIMENTADORES DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO – Clainer Bravin Donadel; Jussara Farias Fardin; Lucas Frizera Encarnação 59

INFLUÊNCIA DOS CONDUTORES PRIMÁRIOS NA DETERMINAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO ÓTIMA DE UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE MÉDIO PORTE EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO – Clainer Bravin Donadel; Jussara Farias Fardin; Lucas Frizera Encarnação 63

ISSN 1809-3957

INFLUÊNCIA DO PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS NA DETERMINAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO ÓTIMA DE UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE MÉDIO PORTE EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO – Clainer Bravin Donadel; Jussara Farias Fardin; Lucas Frizera Encarnação 68

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM SISTEMA HIDRÁULICO UTILIZADO EM VIRADOR DE VAGÕES – RIO DE JANEIRO – Carvalho R. F ; Tuna C.E; Souza T.M 74

AVALIAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM TRANSPORTADORES DE CORREIA PARA MATERIAL GRANULADO E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO – Alfredo Moises Sarkis; Robson Flores de Carvalho; Teófilo Miguel de Souza 80

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DA FONTE DE ENERGIA (GRUPO DIESEL-GERADOR), QUE SUPRE OS SISTEMAS ELÉTRICOS AUXILIARES DOS REBOCADORES DA CLASSE RAMPARTS 2500, POR ENERGIA DE TERRA – Souza V. A.; Carvalho R. F.; Souza T. M. 86

BOMBEO EÓLICO FRENTE A SOLAR, DIESEL, Y ELÉCTRICO – José Enrique Mateos Moreno; Teofilo Miguel de Souza 91

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA – Leandro Mendes Pinto; Pedro Magalhães Sobrinho 96

RELATION BETWEEN SOLIDIFICATION FLAW AND MOLTEN POOL GEOMETRY IN HYBRID LASER – GMA WELDING OF THICK API 5L X70 STEEL PLATES – Luiz Delagnelo Barbetta; Walter Lindolfo Weingaertner; Oliver Seffer; André Springer; Stefan Kaierle 101

SECAGEM DE UVA COM SECADOR SOLAR DE EXPOSIÇÃO DIRETA, FABRICADO A PARTIR DE SUCATA LUMINÁRIA – Isac Barbosa de Almeida; Michele Asley Alencar Lima; Luiz Guilherme Meire de Souza 106

STRESS-STRAIN BEHAVIOR AND DUCTILE FRACTURE CHARACTERIZATION OF IF TENSILE TEST BY 2D AND 3D NUMERICAL SIMULATIONS – Caroline Zanini Bressan; Miguel Vaz Jr. 110

ESTUDO DA OBTENÇÃO DE BIOPRODUTO VIA CATÁLISE HETEROGÊNEA – Flávio Albuquerque Ferreira da Ponte; Islânia Aguiar Maciel; Mário Bastos Lima; Jackson de Queiroz Malveira; Mônica Castelo Guimarães Albuquerque 116

MODELAGEM FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL APLICADA AO PROJETO DE UNIDADES DE FLOCULAÇÃO – Danieli Soares de Oliveira; Edmilson Costa Teixeira 121

REMOÇÃO DE TURBIDEZ EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO UTILIZANDO FLOCULADORES TUBULARES HELICOIDAIS – Danieli Soares de Oliveira; Edmilson Costa Teixeira 125

A PROTOTIPAGEM RÁPIDA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO ORIENTADO À TECNOLOGIA ASSISTIVA – Caroline Martins Pedroso; Rodrigo Andrey Agner Soares; Tiago Francesconi; Valter Klein Junior; Maria Lucia Miyake Okumura; Osiris Canciglieri Junior 129

IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS NO START UP DE LINHA DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSO – Gisele Stasievski Argenton do Amaral; João Manoel Grott 135

OS REQUISITOS DO DISPOSITIVO ORIENTADO PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA NO PROJETO CONCEITUAL PARA APOIO A PRÁTICA DO FUTEBOL DE CINCO – Bruna Bochnia Fretta; Rafael dos Santos Lima; Tiago Francesconi; Valter Klein Junior; Maria Lucia Miyake Okumura; Osiris Canciglieri Junior 141

O RECURSO DO SOM NO PROJETO INFORMACIONAL ORIENTADO PARA PRODUTOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA – Maria Lucia Miyake Okumura; Osiris Canciglieri Junior; Paulo Ricardo Ross; Luis Felipe Marinho Pinel 147

CLC: UM CÓDIGO DE DETECÇÃO E CORREÇÃO DE FALHAS PARA SISTEMAS EMBARCADOS EM APLICAÇÕES CRÍTICAS – Felipe Gaspar Alan e Silva; Helano de Sousa Castro 153

AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DE GESTANTES SOBRE A SAÚDE BUCAL DO BEBÊ – Marina Baldiotti Campolina Ferreira; Renato de Oliveira Capanema; Mário Sérgio Fonseca 159

ISSN 1809-3957

O PAPEL DA SAÚDE BUCAL NA PROMOÇÃO DE BEM ESTAR NO AMBIENTE DE TRABALHO – Marina Baldiotti Campolina Ferreira; Renato de Oliveira Capanema 164

ACÚMULO DE BIOMASSA E TEOR NUTRICIONAL DE FORRAGEIRAS ANUAIS DE INVERNO EM DISTINTAS DATAS DE SEMEADURA – Edison Antonio Pin; Flavio Cechin; Marcio Pigosso; Wilson Henrique Tatto; Leocir Marcante; Eduardo Rizzi Pin 168

NEOSPORA CANINUM: POTENCIAIS IMPACTOS ECONÔMICOS NA BOVINOCULTURA LEITEIRA BRASILEIRA – Rafael Romero Nicolino; Renato De Oliveira Capanema; Camila Stefanie F. Oliveira; Misael E. Oviedo-Pastrana; Luciano Bastos Lopes; João Paulo Amaral Haddad 175

SISTEMAS DE SOBRESSEMEADURA E DINÂMICA PRODUTIVA DE FORRAGEIRAS TEMPERADAS SOBRE A TÍFTON 85 – Edison Antonio Pin; Flavio Cechin; Marcio Pigosso; Wilson Henrique Tatto; Leocir Marcante; Eduardo Rizzi Pin 182

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS PROVENIETES DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ – Augustin Valverde Granja; Mauricio Hernandez Sarabia; Jesús David Villegas Reina 187

DINÂMICA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE CULTIVARES DE AZEVÉM ANUAL SUBEMTIDOS AO REGIME DE CORTES EM DIFERENTES LOCAIS DE AVALIAÇÃO – Ricardo Beffart Aiolfi; André Brugnara Soares; Paulo Fernando Adami; Christiano Santos Rocha Pitta; Luryan Tairini Kagimura; Anderson Camargo de Lima; Bruno Alcides Hammes Schmalz 193

TEOR E PRODUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA DE CULTIVARES DIPLOIDES E TETRAPLOIDES DE AZEVÉM ANUAL SUBMETIDOS AO REGIME DE CORTES – André Brugnara Soares; Ricardo Beffart Aiolfi; Daniel Felipe Mioto; Luryan Tairini Kagimura; Angela Bernardon; Izabela Gomes 197

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO PEIXE SALGADO SECO PRODUZIDO EM REPRESAS DE MOÇAMBIQUE-ÁFRICA – Azido Ribeiro Mataca; Renato de Oliveira Capanema; Rafael Romero Nicolino; Guilherme Rocha Vianna; Custódia Mucavele; João Paulo Amaral Haddad 202

DETERMINAÇÃO DA PREVALÊNCIA MUNDIAL DE SALMONELLA EM PESCADO – Azido Ribeiro Mataca; Renato de Oliveira Capanema; Rafael Romero Nicolino; Guilherme Rocha Vianna; João Paulo Amaral Haddad 208

AS ESTRATÉGIAS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ADOTADAS NO SETOR DE HOSPEDAGEM NO MUNICÍPIO DE MORRETES – PARANÁ – Adilson Anacleto; Ana Paula Machado; Eliete de Nascimento Lazarini; Helen Heloiza Herarth; Jamile Santos de Souza; Rosana da Silva Pinto Araújo 213

O CASO SAPIENS PARQUE S/A, GARGALOS JURÍDICOS E A RESISTENCIA DOS ATORES PÚBLICOS A ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO NO BRASIL – Maria Emília da Silva 217

A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS PROPRIEDADES AGRÍCOLAS NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO RURAL ALTERNATIVO: O CASO DO LEITE A PASTO DA COOPERVAP – Laura Karoliny Nogueira; Moises Balestro; Tatiana Monteiro Reis; Maria Júlia Pantoja 224

O PLANEJAMENTO URBANO E A NECESSIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA: uma abordagem sobre os municípios de Camboriú, Balneário Camboriú, Itajaí e Itapema – SC – Gilmar Bolsi 229

PAISAGEM PROTEGIDA: PROTEÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EM ÁREAS URBANAS – Almeida, Paulo Fernandes de; Hardt, Letícia Peret Antunes; Hardt, Carlos; Souza, Mariana Cazé de 234

USO DE CALÇADAS POR GRUPOS SOCIAIS DE MOBILIDADE REDUZIDA – Rafaela Aparecida de Almeida; Letícia Peret Antunes Hardt; Carlos Hardt 239

A ROBÓTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO – Anderson José de Souza; Manfred Heil Junior; Mauricio Henning 244

MÍDIA, EDUCAÇÃO SEXUAL E INFÂNCIA – Haroldo Junior Evangelista Vidal; Maria da Conceição Silva Soares 248

ISSN 1809-3957

"INCLUSÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS": O DESAFIO DO EDUCADOR CONTEMPORÂNEO – Rosangela Silveira da Rosa; Elcio Schuhmacher; Mauricio Capobianco Lopes 256

PADRÕES DE DESIGN DE INTERFACE EM JOGOS DIGITAIS PARA SMARTPHONES - SISTEMA ANDROID – Marco Aurélio Soares dos Santos; Alice Theresinha Cybis Pereira; Milton Luiz Horn Vieira; Berenice Santos Gonçalves 262

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

COMPOSTO A COMPOSTO – UMA MANEIRA DIVERTIDA DE APRENDER FUNÇÕES ORGÂNICAS

MICHELE ASLEY ALENCAR LIMA[1]; ISAC BARBOSA DE ALMEIDA[1], SUZANA PEREIRA RÊGO[1]
1 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE - IFRN;
michele.lima@ifrn.edu.br; isac.barbosa@ifrn.edu.br

Resumo - Os jogos didáticos são ferramentas fundamentais para os processos de ensino-aprendizagem. Caracterizam-se como uma importante alternativa para auxiliar e favorecer a construção do conhecimento do aluno. A proposta desenvolvida teve, por objetivos, elaborar, confeccionar, avaliar e divulgar um jogo didático que auxiliasse na compreensão e na aprendizagem com o conteúdo, funções orgânicas na Química Orgânica, mais precisamente Funções Orgânicas, assunto visto na 3ª série do Ensino Médio. O jogo foi elaborado com base na literatura referente aos Jogos Didáticos e aos conteúdos específicos. Portanto, vale ressaltar que os jogos mostram-se como uma excelente alternativa no que se refere a despertar o interesse, gerando a motivação dos alunos, os jogos também trazem a interação entre alunos e professores em ambientes escolares. No entanto, conclui-se que o jogo mencionado é de grande importância e é visto como um bom método que pode ocasionar e causar o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de química. Jogos didáticos. Química orgânica.

I. INTRODUÇÃO

A realidade da educação básica brasileira, particularmente, na rede pública de ensino, é sempre um dos temas mais debatidos, com ênfase nos problemas relacionados, especificamente, à má qualidade de ensino e à evasão escolar.

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas em relação ao uso de jogos didáticos como instrumentos mediadores na busca constante de aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem. A preocupação com a falta de interesse dos alunos durante as aulas de Química e a não associação do saber trabalhado dentro da sala de aula com o cotidiano dos alunos impulsionaram o desenvolvimento deste trabalho. Vários profissionais atuantes reconhecem que, na maioria das vezes, o ensino tem provocado, cada vez mais, a repetição dos alunos em vez de promover o pensamento reflexivo, a capacidade de elaboração e produções originais de cada aluno. Nesse contexto, a utilização de jogos didáticos como alternativas pedagógicas ao ensino de química é a principal temática deste estudo.

Segundo Castro, Costa (2011) *apud* Krasilchik (2004):

> A maneira unidirecional que é lecionada uma aula tradicional, gera o desinteresse dos alunos e consequentemente um baixo rendimento escolar, o que gera uma ineficiência no ensino. Além deste fator, pontua que as aulas tradicionais também são em sua maioria, dissociadas do cotidiano dos alunos, o que gera uma incompreensão da matéria, pois os estudantes podem não conseguir fazer relação com algo que lhes é comum, e o conteúdo acaba por se tornar abstrato.

Durante muito tempo, acreditava-se que o ato de ensinar ocorria apenas pelas repetições de conteúdos, tornando os alunos agentes passivos e, consequentemente, os mesmos eram responsabilizados pelo seu insucesso e o professor era tido como o único mediador do saber. Por sua vez, diversas críticas ao ensino tradicional referem-se ao ensino passivo do aprendiz, ou seja, do próprio aluno, que recebe um tratamento de mero ouvinte das informações passadas pelo professor, visto que o diálogo entre as disciplinas é favorecido a partir do momento em que o professor dos diferentes componentes curriculares foca como objeto de estudo o contexto real.

De acordo com (DELORS, 1998, p. 89-90), fala que:

> [...] aprender a conhecer, isto é, adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente, aprender a ser, via essencial que integra as três procedentes.

Apesar dos obstáculos enfrentados no meio escolar é de suma importância a busca e interesse no meio acadêmico, pois é perceptível notar que o ensino de química em nível médio ainda é visto como "desafiador" para muitos professores e alunos, devido ao fato de insatisfação por parte dos professores, pois, diversos deles não conseguem atingir alguns objetivos educacionais, tais como: aprendizado, compreensão e interesse pela classe acadêmica que são propostos nos planejamentos escolares. Com isso, os alunos, consequentemente, se sentem desmotivados, ou seja, esse é só mais um motivo, visto que eles já vêem o ensino de química como uma matéria difícil e que exige muita memorização.

A Química, como qualquer outra disciplina, exige o interesse do aluno, pois busca concentração e disciplina para seu aprendizado, assim, os jogos didáticos adaptados ao ensino de química podem ter grande influência na aprendizagem dos conteúdos relacionados à disciplina, no sentido de incentivar e facilitar o ensino. Portanto, o desenvolvimento de jogos educativos que contribua para um

ISSN 1809-3957

melhor aprendizado dos discentes no ensino de química torna-se fundamental para despertar o interesse dos alunos para uma área tão importante no contexto atual. Por isso, neste trabalho, foi produzido e aplicado um jogo didático para ser utilizado no terceiro ano do ensino médio. E, através deste trabalho, criar uma forma alternativa para o ensino de química, através de abordagens práticas em sala de aula, elaboração de materiais didáticos, jogos e outros recursos.

II. METODOLOGIA

Este trabalho constituiu-se na elaboração de um jogo didático na área de química com aplicação na sala de aula do Ensino Médio. O enfoque utilizado foi à interdisciplinaridade na área de Química Orgânica e, para isso, foi elaborado um jogo de cartas contendo todas as funções orgânicas: alcanos, hidrocarbonetos aromáticos, fenóis, éteres, ésteres, álcoois, aldeídos e cetonas, ácidos carboxílicos, aminas, amidas, nitrilas e nitrocompostos.

O jogo didático confeccionado para a aplicação, neste estudo, é bastante semelhante a um jogo de "Cara a Cara" comum, tendo como conteúdo as funções orgânicas. O referido jogo denominado de "Composto a Composto" será desenvolvido a partir das seguintes funções: alcanos, hidrocarbonetos aromáticos, fenóis, éteres, ésteres, álcoois, aldeídos e cetonas, ácidos carboxílicos, aminas, amidas, nitrilas e nitrocompostos. Ele será usado como cartas comuns, onde constarão diversas informações, tais como: a fórmula estrutural, a massa molar, a fórmula molecular e a sua utilização.

A elaboração do jogo "Composto a Composto" visa elevar o nível de aprendizado para aqueles alunos que estão egressos na 3ª série do ensino médio, com intuito de fixar um conhecimento adquirido através de uma brincadeira.

A figura 1 mostra algumas cartas do jogo "Composto a Composto".

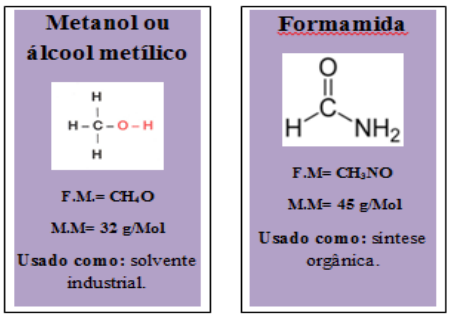


Figura 1 – Frente das cartas do jogo

Figura 2 – Verso das cartas do jogo

Regras do jogo

- O objetivo do jogo é responder corretamente o máximo de perguntas possíveis e ter sorte para encontrar a carta escolhida pelo outro jogador.
- A ordem de início do jogo é decidida pelo professor junto com os alunos.
- Para jogar, é necessário que os alunos conheçam todas as funções orgânicas.
- As questões a serem perguntadas deverão ter as respostas "sim" ou "não".
- O aluno que responder a pergunta que lhe foi proposta de forma incorreta terá que ficar uma rodada sem jogar, ou seja, os outros competidores têm direito a duas perguntas seguidas.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os PCN's (1999):

> O Ensino de Química "deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto de processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas" (BRASIL, 2002, p. 87).

Para Bergamo (2012, p. 25):

> Os jogos são baseados em modelos de situações reais. Como quaisquer modelos, simplificam realidade, recortando-a ao longo de determinadas perspectivas e para determinados fins, onde através da simulação de situações reais (jogos/ atividades lúdicas) do cotidiano do aluno podem-se observar as formas com que os mesmos irão se comportar.

Os resultados que serão apresentados e discutidos a seguir foram embasados nos levantamentos obtidos a partir da aplicação dos questionários e do próprio jogo.

Quando questionados sobre o que acham da disciplina, os alunos não são muito coerentes em suas respostas, afirmam que gostam da professora e por isso gostam de Química, ou seja, na verdade, não é a disciplina e seus conteúdos que o interessam e sim a metodologia e o comportamento do profissional que atua com o grupo naquele referido momento. Assim, a postura adotada pelos professores em sala de aula pode contribuir para um maior interesse dos alunos ao interesse pelos conteúdos expostos.

Durante e após a realização do jogo, percebeu-se, por meio dos testes aplicados, o comportamento e as opiniões dos alunos, que eles se interessaram pelo jogo, através do qual se familiarizaram com o tema mais facilmente, de uma forma prazerosa e estimulante, na medida em que podiam interagir com os diferentes grupos e com o professor como mediador.

A figura 3 mostra o rendimento dos alunos antes da aplicação do jogo, tendo em vista que houve uma aplicação de questionários, pré-jogo e pós-jogo, para que acarretasse em levantar os referidos dados.

ISSN 1809-3957

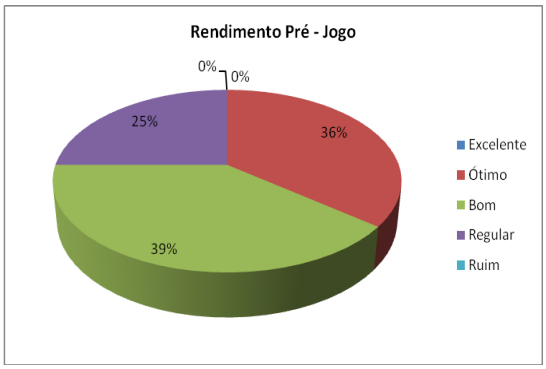


Figura 3 – Rendimento dos alunos no pré-teste (teste pré-recurso)

A Figura 4 mostra o rendimento dos alunos após a aplicação do jogo, que foi possível através de um questionário pós-jogo, que resultou nos dados contidos a seguir.

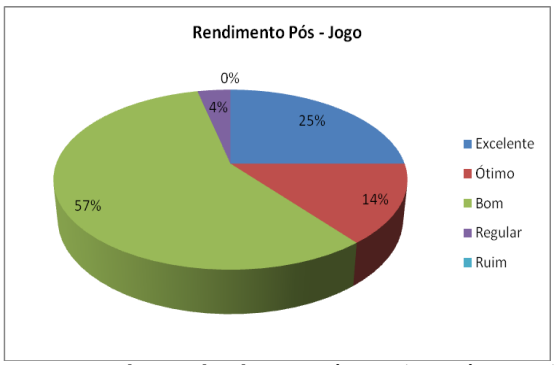


Figura 4 – Rendimento dos alunos no pós-teste (teste pós-recurso)

IV. CONCLUSÃO

O jogo "Composto a Composto" teve seu objetivo realizado, visto que a sua função educativa foi observada durante a aplicação, acrescentando-se ao jogo o aspecto lúdico, com o objetivo de desenvolver estratégias importantes para o processo de ensino-aprendizagem de Química, facilitando, assim, a compreensão de conceitos complexos e abstratos e estimulando a motivação, o raciocínio e a interação entre alunos e professor.

O jogo didático é uma ferramenta auxiliar e complementar para o processo de ensino-aprendizagem no Ensino de Química, o qual contribui para que o aluno de Ensino Médio reconheça alguns dos compostos orgânicos existentes no nosso dia a dia, os quais, muitas vezes por falta de conhecimento, passam despercebidos aos nossos olhos.

Além de nos atrair a buscar sempre o melhor para o conhecimento dos alunos através de uma didática simples, interessante e divertida. A partir dessas perspectivas, entende-se que o jogo "Composto a Composto" pode ser utilizado como uma ferramenta para auxiliar o ensino de funções orgânicas na matéria de química, já que se atingiu o principal objetivo dessa proposta, ou seja, foram obtidos resultados satisfatórios em relação ao aprendizado dos alunos após a aplicação desse auxílio pedagógico.

Considera-se de suma importância esclarecer que os jogos didáticos não substituem os outros métodos de ensino, mas se apresentam como uma ferramenta que auxilia e ao mesmo tempo complementa o processo de ensino-aprendizagem, dando suporte ao professor e motivação aos alunos. Portanto, o educador deve ter a capacidade de conhecer e identificar as vantagens e desvantagens na proposta do jogo na sua prática.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, Bruna Jamila de; COSTA, Priscila Caroza Frasson. **Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa.** V. 6, Paraná, 2011.

DELORS, Jacques (Coord.). **Educação: um tesouro a descobrir.** São Paulo/Brasília: Cortez/Unesco/MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação, Secre¬taria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 1999. Ministério da Educação e dos Desportos. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ensino Médio. Brasília: MEC, 2002.

BERGAMO, Joseila Aparecida. **Química Encantada: Os jogos no ensino da Química.** Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título do grau do Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes na Área de Licenciatura em Química, da Faculdade Integrada da Grande Fortaleza-FGF, 2012. Disponível em: <http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias_quimica/JOSEILA_APARECIDA_BERGAMO.pdf> - Acesso em: 20/08/2013.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

EXTRATIVISMO DO SIRI COM GAIOLAS NO LITORAL PARANAENSE: IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS

ADILSON ANACLETO[1], CASSIANA BAPTISTA-METRI[1]
THIAGO PEREIRA GONÇALVES[1], ADÉLCIO MATOSO CALADO[1], ÉDER SERAFIM DO ROSÁRIO[1],
MARIANA PONTES[1]; PAULO ROBERTO DAS NEVES[1]

1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ- CAMPUS PARANAGUÁ
e-mail (adilson.anacleto@unespar.edu.br)

Resumo - A pesca é uma atividade de importância econômica e sociocultural no litoral do Paraná. O presente estudo teve por objetivo investigar o processo de pesca do siri no Litoral Paranaense com a utilização de gaiolas, caracterizando as condições em que esta modalidade de pesca é realizada. Entre julho e agosto de 2014, foram realizadas visitas à pescadores e lideranças comunitárias na Vila de São Miguel, localizada no município de Paranaguá, (25 ° 25'48 "S 48 ° 27'12" W). Foi realizada pesquisa exploratória descritiva com entrevistas presenciais à 40 famílias. A pesca do siri com gaiolas apresenta elementos relevantes entre os pescadores entrevistados, a saber: o baixo investimento em tecnologia de produção, possibilidade de produção o ano todo, aproveitamento da mão de obra familiar ociosa e valorização da mão de obra feminina. A pesca do siri com gaiolas é uma atividade econômica que pode ser um dos elementos de base ao desenvolvimento social das famílias tradicionais residentes nas comunidades caiçaras do litoral paranaense, e pode ser estratégica ao desenvolvimento sustentável, devido ao seu caráter plural e da facilidade da associação desta as outras atividades potenciais de renda..

Palavras-chave: Siri. Pesca artesanal. Crustáceos. Litoral do Paraná.

I. INTRODUÇÃO

A colonização do Paraná iniciou no litoral em 1675 com a abertura de novos povoados, para justificar a manutenção da posse das terras da coroa portuguesa, quando foi fundada a cidade de Paranaguá (MAFRA, 1952). A pesca nesse período já era praticada pelos índios no Brasil, e peixes, crustáceos e moluscos era parte importante de sua dieta alimentar (Diegues, 1983).

O mar era o principal provedor de alimentos para as famílias vindas de Portugal (MAFRA, 1952). A fertilidade do solo, e o clima favorável a produção da cana de açúcar, incentivaram a colonização, ocorrendo a chegada de imigrantes em grande número. Segundo Diegues (1983), com o passar dos tempos, ocorreu à mistura racial de europeus e negros com as tribos indígenas formando as primeiras "comunidades caiçaras".

Segundo Adams (2000) o termo caiçara tem origem no vocábulo Tupi-Guarani e significa "caá-içara" que era o nome de um tipo de cerca utilizada para proteger as aldeias indígenas, atualmente este termo é designado para nomear os indivíduos e comunidades do litoral dos Estados do Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, oriundos da miscigenação e deste processo de colonização.

As comunidades caiçaras são classificadas como comunidades tradicionais, possuem saberes construída por seus integrantes de forma coletiva ao longo dos tempos. Estas comunidades se caracterizaram por um sistema social próprio adotado por sucessivas gerações. Outra importante característica é o uso da pesca artesanal para sobrevivência (DIEGUES, 1983; ADAMS, 2000).

A população caiçara no litoral paranaense atualmente é de 4.000 pessoas em 600 famílias que vivem em 35 comunidades rurais, a qual vem sendo reduzida devido à migração para as cidades (ANACLETO *et al*., 2007a).

Os residentes nestas comunidades litorâneas no Paraná, além da agricultura para subsistência, possuem grande dependência dos processos naturais e possuem conhecimento empírico profundo acerca dos fenômenos ambientais. Suas formas tecnológicas de sustentação são rudimentares na maioria das vezes, sendo o extrativismo de organismos marinhos a principal fonte de renda econômica (Andreoli e Anacleto, 2006).

Contrapondo a esta situação, desde 1959, a pesca artesanal começou a ser praticada com o uso de grandes embarcações e os estoques naturais de peixes e camarões não conseguiam se reproduzir a mesma velocidade das inovações tecnológicas (MALDONADO, 1986).

Os períodos de reprodução das espécies não eram respeitados, fatos que culminaram com o declínio econômico da captura de peixes e camarões, onde a oferta de pescados foi reduzida sensivelmente (ANACLETO *et al.*, 2007b).

Há muitas décadas, a pesca extrativista intensiva adotada pelos pescadores de São Paulo e Santa Catarina que pescam na costa paranaense tem provocado profundos impactos nos sistemas naturais de produção de pescados, provocando a redução do estoque natural de peixes, camarões e outros crustáceos (MALDONADO, 1986).

As comunidades caiçaras no litoral do Paraná possuem poucas alternativas tecnológicas de captura de pescados, e sem alternativas de renda, se encontram em fragilidade

ISSN 1809-3957

econômica, cuja renda aferida é incapaz de prover as necessidades familiares (ANACLETO *et al.*, 2007b).

Sob este contexto iniciou-se pelas famílias remanescentes de comunidades tradicionais a busca por diversificação das alternativas de renda, destacando-se a pesca do "siri de gaiola".

Os siris são caranguejos da família Portunidae com relevante importância ecológica e econômica nas regiões litorâneas. Esses crustáceos são facilmente reconhecidos por apresentarem o último par de pereiópodos achatado em forma de remo (o termo siri vem de "ceri", que em guarani significa remo). No Brasil, segundo Melo (1996) ocorrem 8 gêneros e 20 espécies de siris. A esta lista foi incluída, nos últimos anos o invasor *Charybdis hellerii* (LOPES, 2009).

Várias destas espécies apresentam ocorrência em regiões estuarinas, sendo que muitas alternam seus ciclos de vida nessas regiões e no mar aberto. Na Baía de Paranaguá, Paraná é relatada a presença dos gêneros *Callinectes* (GASPAR, 1981; ARINS, 2006) e o invasor *Charybdis* (FRIGOTTO *et al*, 2006; TCP, 2010).

O ciclo de vida dessas espécies ainda não foi descrito para a Baía de Paranaguá, mas *C. sapidus* copula dentro do estuário, logo após a muda puberal das fêmeas, migrando já fecundadas para áreas de maior salinidade, onde ocorre a postura e eclosão de larvas (Branco e Masunari, 2000). Sampaio (2009) encontrou um padrão semelhante para *C. danae* na Baía de Guaratuba.

No litoral paranaense, a pesca dos siris é mais representativa nas suas porções estuarinas (Loyola e Silva e Nakamura, 1975), destacando-se a comercialização em Antonina, Guaraqueçaba e na Vila São Miguel, na Baía de Paranaguá (BAPTISTA, 2002; ARINS, 2006). Tradicionalmente, os siris são capturados com puçás ou redes de espera. Porém justamente na vila São Miguel, se disseminou uma inovação tecnológica que foi a adaptação de gaiolas usadas na pesca do peixe baiacu para a captura de siris, objeto de investigação deste estudo.

Tendo em vista a importância econômica e biológica dos siris, e diante da carência de informações sobre a pesca do siri no Litoral Paranaense com a utilização de gaiolas, o presente artigo objetivou caracterizar esta comunidade em termos socioeconômicos (NEGRELLE, *et al.*, 2014), adicionalmente buscou-se também detalhar esta atividade extrativista em termos de sistema de produção (BELCHER, 1998), avaliando sua perspectiva de sustentabilidade socioeconômica (NEGRELLE, *et al.*, 2014)

II. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi desenvolvido na baia de Paranaguá, na Vila de São Miguel (25 ° 25' 48 "S 48 ° 27'12" W) tradicional local de realização da pesca do siri com gaiolas.

O levantamento de dados ocorreu nos meses de julho e agosto de 2014, de acordo com o proposto por Negrelle *et al.*, (2014) e incluiu visitas às comunidades pesqueiras. Inicialmente, foi entrevistado o pescador João Ferreira do Rosário que, segundo a Emater-Paraná do município de Paranaguá, além de residir no local a mais de 40 anos é tido como "líder comunitário" na localidade pesquisada.

A partir desta entrevista, foi solicitado a indicação de outras famílias de pescadores que pudessem participar da pesquisa, de acordo com o processo de amostragem autogerada. Ao final, foram localizadas 100 famílias envolvidas com a pesca de siri com gaiolas, e destes, por acessibilidade, foram entrevistados 40 pescadores.

Adicionalmente, foi aplicada a técnica da observação participante à todos os entrevistados, buscando-se caracterizar o perfil socioeconômico, características da pesca efetuada e preparo para comercialização.

A caracterização socioeconômica dos pescadores e o detalhamento da atividade de captura, beneficiamento e comercialização do siri foram obtidos a partir de entrevistas semiestruturadas individuais. Procedeu-se também o acompanhamento ao mar das distintas fases da captura e despesca do siri com gaiolas.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) As comunidades extrativistas

Os primeiros registros da pesca do siri no Litoral Paranaense com a utilização de gaiolas tiveram início na Ilha do Tibicanga e posteriormente este método de pesca se disseminou para as demais ilhas localizadas no município de Paranaguá, sendo que atualmente o principal local de sua realização a localidade da Vila de São Miguel.

As famílias se definem como "pequenos pescadores", que, além da atividade pesqueira, se dedicam também a produção de alimentos de subsistência como o arroz, mandioca, frutas e hortaliças. A criação de pequenos animais para consumo familiar como galinhas e porcos também é realizada na comunidade.

A pesca do siri com a utilização de gaiolas no litoral paranaense ocorre em todas as épocas do ano, porém, há maior produção e procura dos consumidores no período de veraneio entre os meses de novembro a março. Por se tratar de uma atividade que não possui limitador inerente aos períodos que compõem o ano, esta, representa ser a principal atividade entre os entrevistados.

A atividade pesqueira no mar é quase que, na sua totalidade, realizada pelos homens, algumas vezes com o auxilio dos filhos, enquanto que as mulheres trabalham exclusivamente no processo de beneficiamento ou na comercialização do siri.

A faixa etária predominante atualmente entre os pescadores que praticam a pesca do siri com gaiolas está concentrada entre 40 a 49 anos (Tabela 1). Contudo observou-se durante a realização da pesquisa que as novas gerações, estão desenvolvendo a prática do conhecimento por meio da oralidade e empirismo na localidade, uma vez que, na maioria das famílias os filhos colaboram com os pais durante o processo de captura e beneficiamento dos siris.

Tabela 1 - Distribuição amostral do estudo de acordo com a faixa etária

Faixa etária	Quantidade Amostral	Percentual (%)
20 a 29 anos	04	10,0
30 a 39 anos	08	20,0
40 a 49 anos	17	42,5
50 a 59 anos	04	10,0
60 a 65 anos	05	12,5
Mais de 65 anos	02	5,0

ISSN 1809-3957

A renda média mensal familiar era cerca de R$ 776,00 reais, e apesar de apresentar maior origem na comercialização da "carne de siri", esporadicamente, a renda total é complementada pelo comércio de peixes e camarões capturados entre a espera da pesca do siri.

Para a totalidade dos entrevistados embora a pesca do siri de gaiola não fosse à única fonte de renda, a atividade representava o principal ingresso financeiro na renda da família e, na maioria dos casos (n= 92%), era praticamente a única forma de obtenção de renda.

b) O recurso extraído

Os siris nos estuários brasileiros são representados por um único gênero *Callinectes*, com seis espécies: *C. bocourti* A. Milne Edwards, 1879, *C. danae Smith* 1869, *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. larvatus Ordway*, 1863, *C. ornatus Ordway*, 1863 e *C. sapidus Rathbun*, 1896 (Melo, 1996). Duas espécies são mais capturadas na Baía de Paranaguá, *C. sapidus* (siri guaçú) e *C. danae* (siri mirim). Vale ressaltar que *C. sapidus* é chamado de siri guaçú por apresentar maior porte.

C. danae predomina nas capturas de siris na vila São Miguel e em toda a região da Baía de Paranaguá. Analisando as pescarias do local, ARINS (2005) observou um predomínio de 91% da espécie contra 9% de *C. sapidus*. A contribuição de C. sapidus não é considerada pelos pescadores, uma vez que a totalidade dos entrevistados afirmou coletar apenas uma espécie de siris. A captura incide predominantemente sobre machos, uma vez que as fêmeas são devolvidas durante a pescaria, além dos animais de pequeno porte.

c) Composição dos equipamentos de coleta

Tradicionalmente, a pesca dos siris no litoral do Paraná era feita com puçás e redes de espera (IBAMA/SPVS, 1995; ARINS, 2005; TCP, 2010). A utilização de gaiolas constitui uma nova arte de pesca de siris na região. A maioria dos pescadores (57.5%) iniciou a utilização das gaiolas a partir de 2010 e 2011. Artefatos semelhantes são empregados para a pesca de siris na Bahia (MOREIRA, 2010).

As gaiolas de pesca de siri apresentam dimensões de 12,5 cm de altura, e 48 cm de diâmetro na maioria das vezes eram confeccionadas pelo próprio pescador, que gasta um tempo médio de três horas por unidade.

Construída basicamente com o uso de materiais de baixo custo, a base é constituída de círculos metálicos em alumínio quase sempre com a reciclagem de "roda de bicicleta" descartado. Também são utilizados materiais como rede de pesca, arame de cobre, alumínio ou aço. No processo de fabricação são utilizadas ferramentas manuais como: alicate, serra de ferro, agulha e rede de pesca.

O custo total para a confecção de uma unidade gira em torno de R$ 11,40 (onze reais e quarenta centavos) com capacidade de captura de aproximadamente 50 indivíduos. A vida útil é de três anos em média. A manutenção das gaiolas ocorre com a substituição das redes que envolvem a gaiola e no fechamento de aberturas feito pelos siris. Após a utilização, as gaiolas são lavadas com água doce para minimizar os impactos decorrentes da exposição à salinidade do mar e material orgânico acumulado.

As principais vantagens das armadilhas adotadas pela totalidade dos pescadores estavam primeiramente relacionadas com a facilidade inerente à captura Após o crustáceo adentrar na "armadilha", não há possibilidade de escape. Outra vantagem é que o siri permanece vivo na gaiola, assim os indivíduos pequenos e sem capacidade de retirada da "carne", bem como as fêmeas, são devolvidos ao mar para manutenção dos estoques naturais da espécie.

d) Caracterização geral do processo extrativista

A coleta do siri geralmente ocorre em locais afastados das residências dos pescadores entre 4 a 6 km. Esta distância exige que o pescador disponha de embarcações para a execução da atividade laboral.

A maioria das embarcações utilizadas pelos pescadores (45,0%) é movida à força braçal (remo), sendo que outra parte dos entrevistados (20,0%) declarou (que) utilizar embarcações movidas à força motriz. No entanto, foi observado o uso concomitante dos entrevistados da utilização de embarcações movidas das duas formas (35,0%). As embarcações que facilitam o deslocamento dos pescadores são em sua maioria de baixa potência, sendo registrado no máximo a 22HP, com em média 11 anos de uso.

Segundo os entrevistados, (n=40) a coleta é realizada em um local e quando o pescador percebe o declínio na captura migra para outro (local).

A maioria dos entrevistados (87,5%) realizava a pesca do siri diariamente. O restante dos entrevistados (realizava) a captura semanalmente diante da sobrevida dos crustáceos dentro da armadilha.

A pesca depende do fluxo da maré, que segundo os pescadores, auxilia na entrada dos siris no interior das gaiolas. Antes da imersão das gaiolas no mar, as mesmas eram "iscadas" (Figura1) com restos de peixes não utilizados para consumo humano para atrair os siris.

Figura 1 - pescador colocando isca nas gaiolas para pesca de siri.

Por gaiola, são colocadas cerca de 200 gramas de isca, (que são) fixadas com o auxílio de arame na rede no interior da gaiola. A fixação das iscas ocorre tanto em terra quando no mar.

Após a colocação das iscas, a distribuição das gaiolas são realizadas em linha no local escolhido no mar pelo pescador. Para a fixação e identificação das gaiolas é preso um cabo com boia de sinalização, que consiste em pedaços de isopor ou embalagens como garrafas pet.

A coleta dos siris ocorre em média após 24 horas. A retirada, despesca e acomodação de cada gaiola leva em

ISSN 1809-3957

média 4 minutos. As embarcações apresentam um compartimento composto por lona ou isopor, onde os siris são acondicionados após a despesca.

e) Beneficiamento e comercialização da produção

Em terra, os pescadores primeiramente iniciam o processo de retirada dos crustáceos capturados da embarcação, que são então encaminhados ao processo de desmariscamento.

O desmariscamento é o processo de extração manual da carne do siri após o seu cozimento, com a utilização de ferramentas como garfos, facas ou colheres.

As principais responsáveis por desmariscar os crustáceos, são as mulheres dos pescadores e, para que atinjam a quantidade de 1 kg de carne de siri, são necessários entre 35 a 45 indivíduos em média.

Toda a atividade pós-captura é realizada com o uso da mão de obra familiar disponível, em especial, mulheres e filhos dos próprios pescadores (n=72,5%). Em outros casos ocorria a contratação de mão de obra temporária para atuar no beneficiamento do crustáceo.

O produto comercializado na maioria das vezes (97,5%) tem como principal destino as peixarias no Município de Paranaguá e região. A estratégia comercial praticada denominada pelos pescadores de "trato" implica na entrega semanal de certa quantidade de carne de siri e o recebimento do pagamento à vista.

A minoria dos entrevistados (n=3) destinavam parte do crustáceo pescado para o consumo familiar. A ampla maioria dos entrevistados relatam que, o consumo da captura poderia afetar a renda obtida.

f) Perspectivas e implicações da atividade

A pesca é uma atividade econômica de grande importância em cenários similares ao litoral do Paraná. A captura de espécies nativas com finalidade comercial tem sido apontada em várias regiões do mundo como forma de desenvolvimento sustentável, devido ao fato de que promove a obtenção de renda econômica com baixo investimento tecnológico (FERREIRA; NEGRELLE; BORGES, 2007).

Porém deve ser consideradas outras implicações como o impacto que a prática do extrativismo, pode provocar no ambiente, em especial as populações e os estoques naturais da espécie.

Contudo, para atingir o desenvolvimento das comunidades caiçaras de forma legitima e respeitando os saberes locais deve-se promover um amplo diálogo que envolva em todos os aspectos as famílias dos pescadores, assim como os outros atores envolvidos como os pesquisadores, políticos, sindicatos rurais, a extensão rural e os lideres locais (SACHS, 2003; SACHS, 2007).

Neste contexto, especificamente no que se concerne à pesca do siri com gaiola no litoral do Paraná, poucas ações tem sido efetuadas por esses atores sociais no sentido de promover a melhoria da atividade que é genuinamente praticada por pequenos pescadores artesanais.

Outros fatores que devem ser considerados no contexto da pesca do siri com gaiola é que segundo Anacleto *et al*. (2007a) o litoral do Paraná na maioria dos municípios, sempre foi carente de alternativas de renda, assim devido ao fato de que esta atividade vem atribuindo as famílias produtoras significativos ganhos na renda econômica, além de que, promove o aproveitamento da mão de obra feminina.

As últimas décadas denotam uma transformação no papel e na posição das mulheres brasileiras, especialmente nas das camadas pobres da população que impulsionou as mulheres a buscarem um trabalho fora de casa para contribuir no orçamento familiar (BARROSO, 2004; LOSADA; ROCHA-COUTINHO, 2007).

A situação nas comunidades pesqueiras não é diferente, onde mão de obra feminina tem papel preponderante na fixação das famílias em seu local de origem, e não incomum o êxodo ocorre por ausência de alternativas de renda destinada a mulher.

Diante da impossibilidade de contribuição no orçamento doméstico pelas mulheres, ocorre à migração destas famílias para as áreas urbanas, onde as mulheres são mais facilmente inseridas no mercado de trabalho. Esta inserção, porém, ocorre na maioria das vezes em subempregos onde a remuneração é injusta e, segundo Barroso (2004) e Cambota e Pontes (2007), contribui para o grau de feminização da pobreza.

O êxodo na zona rural e comunidades tradicionais paranaenses no último censo é considerado elevado, atingindo o índice de 10% e apresenta ainda gradativa e contínua redução da população (GAZETA DO POVO, 2012).

Segundo Sachs (2003; 2007), o aproveitamento da mão de obra familiar em atividades consideradas lucrativas, à exemplo da pesca do siri com gaiolas, contribui para a fixação do homem nos seus locais de origem. A atividade familiar possibilita a ampliação do conforto e a satisfação das necessidades derivada da arrecadação econômica, ao mesmo compasso em que promove o resgate da sua autoestima devido à valorização do seu trabalho.

O sistema de comercialização adotado pelos pescadores pode ser classificado como um dos gargalos da atividade, dado que obedece ao sistema padrão com domínio comercial dos varejistas que cumprem o papel de atravessadores. Segundo Anacleto *et al.*, (2007b) os frutos do mar sofrem um acréscimo sobre o preço pago ao pescador de até 200%, sendo que o pescador recebe a menor parte dentro da cadeia produtiva.

Segundo Belcher *et al.* (2005), um fator relevante a ser considerado no fortalecimento do tecido social em comunidades tradicionais, é a ampliação comercial à mercados mais atrativos. A organização da comunidade em associações e cooperativas podem resultar em maior poder de barganha.

A organização destas comunidades tradicionais devem ser direcionadas sob conceitos mais organizados e planejados nos aspectos econômicos, quando deve ser considerada a interlocução e o diálogo entre os saberes envolvidos e os vários atores sociais, que busquem compreender as reais necessidades dos pescadores e a garantia da sobrevivência das famílias em suas comunidades de origem.

Assim, a atividade da pesca do siri com gaiolas, dado a sua pouca agressão ao meio ambiente, se pautados na tríade do desenvolvimento sustentável, pode resultar no desenvolvimento econômico destas comunidades

vulneráveis, desempenhando um papel significativo na mitigação do empobrecimento e êxodo da atividade.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesca do siri com gaiolas apresenta elementos relevantes entre os pescadores entrevistados, à saber: o baixo investimento em tecnologia de produção, possibilidade de produção o ano todo, aproveitamento da mão de obra familiar ociosa e valorização da mão de obra feminina.

A pesca do siri com gaiolas é uma atividade econômica que pode ser um dos elementos de base ao desenvolvimento social das famílias tradicionais residentes nas comunidades caiçaras do litoral paranaense, e pode ser estratégia ao desenvolvimento sustentável, devido ao seu caráter plural e da facilidade da associação desta as outras atividades potenciais de renda.

Porém deve-se ressaltar que a generalização dessa arte de pesca deve ser avaliada em relação ao impacto sobre as populações de siris, com vistas à manutenção do seu ciclo biológico e de capturas rentáveis no litoral do Paraná.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. As populações caiçaras e o mito do bom selvagem: a necessidade de uma nova abordagem interdisciplinar. ***Revista de Antropologia***, v. *43*, n. 1, p. 145-182, 2000.

ANACLETO, A; ANDREOLLI, V. M.; MURARO, D.;ANACLETO, A. F. M. As relações entre justiça social e desenvolvimento sustentável em remanescentes de comunidades caiçaras inseridas em ambientes florestais no litoral sul do Estado do Paraná. In: Congresso Internacional de administração, 2007, Ponta Grossa. **Anais** do Congresso Internacional de Administração, v. 1, n.1, 8p, 2007a.

ANACLETO, A.; SILVA, F. C.; PERIN, E. J.; DESCHERMAYER, S. R. O declínio da pesca artesanal e a ostreicultura como alternativa sustentável. In: Congresso Internacional de administração, 2007, Ponta Grossa. **Anais** do Congresso Internacional de Administração, v. 1, n.1, 8p, 2007b.

ANDREOLI, V. M.; ANACLETO, A. Compartilhando saberes: os conhecimentos tradicionais e a educação ambiental. **Anais** IX Encontro Paranaense de Educação Ambiental. Guarapuava-PR, 2006. 10p.

BARROSO, C. Metas de desenvolvimento do milênio, educação e igualdade de gênero. **Cad. Pesqui**. 2004, v. 34, n.123, pp. 573-582.

BELCHER, B. M. Forest product markets, forest and poverty reduction. **International Forestry Review,** Shropshire (UK), v. 7, n. 2, p. 82-89, 2005.

BAPTISTA, C. **Os siris (Decapoda: Portunidae) do rejeito da pesca artesanal de camarões no Balneário Shangri-lá, Paraná.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 98p., 2002.

BRANCO, J. O.; THIVES, A. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho de primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae) no Manguezal do Itacorubi, SC, Brasil. **Arq. Biol. Tecnol. 34** (3/4): 415:424, 1991.

CAMBOTA, J. N.; PONTES, P. A. Desigualdade de rendimentos por Gênero Intra-ocupações no Brasil, em 2004. **Rev. econ. contemp**. v. 11, n.2, p. 331-350, 2007.

CASTELLA, R.; CASTELLA, P.; FIGUEIREDO, D.; QUEIROZ, S. (orgs). **Paraná, Mar e Costa: subsídios ao ordenamento das áreas estuarina e costeira do Paraná**. SEMA, Governo do Paraná. 144p, 2006.

DIEGUES, A. C. S. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar.** São Paulo, Ática. 1983. 287p.

FERREIRA, M. R.; NEGRELLE, R.; BORGES, W. A. Novas perspectivas para o Desenvolvimento paranaense: As possibilidades da comercialização dos Produtos Florestais Não Madeiráveis pelas comunidades rurais da área de proteção ambiental estadual de Guaratuba. **Anais...** V ECOPAR. Curitiba, 2007. 22p

Gazeta do povo. **Ritmo do êxodo rural cai no PR.** Disponível em: http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/conteudo.phtml?tl=1&id=756508&tit=Ritmo-do-exodo-rural-cai-no-PR. Acesso em 27 de março de 2012.

FRIGOTO, S. F.; SERAFIM-JUNIOR, M. Primeiro Registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Cretácea) no litoral do Estado do Paraná. **Estud. Biol**: n. 29, v. 67: p. 227-230, 2007.

GASPAR, M. H. Contribuição ao estudo biológico do siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda-Portunidae) do Rio Itiberê (Paranaguá-Paraná). **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal do Paraná, 150p, 1981.

IBAMA/SPVS. Comunidades pesqueiras da APA de Guaraqueçaba; uma caracterização sociocultural. **Projeto co-gestão de manejo ambiental e desenvolvimento comunitário na APA de Guaraqueçaba- Paraná**. Curitiba: SPVS, 1995.

LOPES, R. M. **Informes sobre espécies marinhas no Brasil**. Brasília: MMA/SBF, 440pp, 2009.

LOSADA, B. L.; ROCHA-COUTINHO, M. L. Redefinindo s significado da atividade profissional para as mulheres: o caso das pequenas empresárias. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 493-502, 2007.

LOYOLA E SILVA, J.; NAKAMURA, I. T. Produção do pescado no litoral paranaense. **Acta. Biol. Par. 4** (3,4): 75-119, 1975.

MELO, G. A. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. FAPESP: Plêiade, 630p, 1996.

MILTON, J. A. F.; A mudança técnica e o processo de diferenciação dos sistemas de produção pesqueira do Litoral do Paraná. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 8, p. 43-58, 2003.

MOREIRA, C. F. As denominações para os pescadores e os apetrechos da pesca na comunidade de Baiacu-Vera Cruz-Bahia. Dissertação (mestrado). UFBA, 88p, 2010.

TCP- TERMINAL DE CONTEINERES DE PARANAGUÁ. **Estudo de impacto ambiental**: Ampliação do cais. Paranaguá: TCP, 100p., 2010.

MAFRA, J. S. **História de Guaratuba**. Guaratuba, 1952. 147p.

MALDONADO, S. C. **Pescadores do mar**. Série princípios. São Paulo: Ática, 1986.

NEGRELLE, R. R. B.; BORDIGNON, S.E.; FERREIRA, M. R.; SAMPAIO, L. K. Extrativismo e comercialização de Sphagnum (veludo): características, implicações socioeconômicas e ecológicas e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental.** v.20, n.1, 2014, p. 53-66.

SACHS, I. **Inclusão social pelo trabalho:** Desenvolvimento humano, trabalho decente e o futuro dos Empreendedores de Pequeno Porte no Brasil**.** Rio de Janeiro: Garamond, 2003. 199p.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia**: teoria e prática do desenvolvimento. São Paulo: Cortez, 2007.472p.

SAMPAIO, S. R. **Distribuição dos siris e biologia reprodutiva de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda,Portunidae) Na Baía De Guaratuba e área costeira adjacente, Paraná, Brasil.** Dissertação (mestrado). Curitiba: UFPR, 82p, 2009.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ANÁLISE LOGÍSTICA E AMBIENTAL DO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DA CANA DE AÇÚCAR

LUZENIRA ALVES BRASILEIRO; DANIEL ARAUJO GONÇALVES
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
luzenira@dec.feis.unesp.br

***Resumo** -A logística é o processo que permite o gerenciamento dos recursos materiais, financeiros e pessoais de uma empresa, desde a compra e recebimento de materiais, o planejamento de produção, o armazenamento, o transporte e até a distribuição dos produtos. No Brasil, o setor sucroalcooleiro apresenta um desenvolvimento significativo nas últimas décadas, influenciando o sistema agrícola. Contudo; de um lado, tem-se um ganho econômico; mas, por outro lado, tem-se a geração de impactos negativos ao ambiente. Portanto; atualmente, busca-se inovações no sistema logístico da cana de açúcar nas atividades de Corte, Carregamento e Transporte (CCT) para manter um equilíbrio entre ganho de economia e impacto ambiental. O objetivo deste trabalho é indicar o sistema de corte da cana de açúcar mais eficiente em termos logísticos e ambientais, entre o sistema mecânico e o sistema manual.*

***Palavras-chave:** Logística. Sucroalcooleiro. Otimização.*

I. INTRODUÇÃO

Basicamente, a logística proporciona uma visão organizacional holística, que gera informações importantes para a empresa, tais como tempo, espaço e custo de transporte, que são utilizadas para as tomadas de decisão.

Um sistema logístico eficiente permite que uma região possa explorar e especificar seus esforços produtivos e, também, obter ganhos através do menor custo e do tempo de transporte.

O transporte, o estoque e a informação formam o tripé de sustentação das atividades logísticas. Dentre estas, o transporte é a atividade logística essencial de uma empresa, pois tem o papel de gerar soluções que possibilitem flexibilidade na resposta ao cliente, pelo menor custo e no tempo possível.

Dessa forma, o transporte é fundamental para que seja atingido o objetivo logístico, que é entregar o produto certo, na quantidade certa, na hora certa e no lugar certo, ao menor custo possível (Takahashi, 2008).

O setor sucroalcooleiro iniciou um processo de desenvolvimento nas últimas décadas que garantiu seu destaque no setor agrícola brasileiro. Mas, há um desequilíbrio logístico no sistema CCT (Corte, Carregamento e Transporte) da cana-de-açúcar. Portanto, o propósito é analisar o sistema manual e o mecânico de corte da cana-de-açúcar e propor um sistema CCT com equilíbrio entre ambiente e economia.

II. CENÁRIO SUCROALCOOLEIRO DO BRASIL

Na região centro sul, 541,9 milhões de toneladas de cana-de-açúcar foram processadas durante a safra 2009/2010; sendo produzidos 26,8 milhões de toneladas de açúcar e 23,73 bilhões de litros de etanol (COPERSUCAR, 2011). Este fato se deve à valorização do preço do açúcar no mercado de exportação. Como consequência deste aumento na produção e na colheita de cana-de-açúcar, as grandes cooperativas e usinas estão buscando melhorias em seus sistemas logísticos.

Segundo ANFAVEA (2011), com o aumento da produção de açúcar e álcool, os outros segmentos do sistema logístico do transporte da cana-de-açúcar também aumentam seus lucros. Por exemplo, o mercado de caminhões e de máquinas agrícolas obteve uma alta nos setores de produção e venda.

Mas, essa evolução no segmento do transporte rodoviário de carga deve ser visto cautelosamente, pois, o crescimento do fluxo de veículos faz com que ocorra um aumento nas emissões de gases que ocasionam o efeito estufa e um aumento no índice de acidentes de trânsito.

O crescimento do fluxo de veículos nas rodovias, devido principalmente ao transporte da cana-de-açúcar, provoca um aumento no índice de acidentes envolvendo os veículos pesados e veículos leves. Os acidentes em rodovias com veículos pesados são causados, principalmente, porque estes gastam um maior tempo de conversão nos entroncamentos e impedem a visibilidade dos motoristas dos veículos leves. Os veículos que transportam cana-de-açúcar também desenvolvem velocidades baixas, diminuindo a capacidade de fluxo da rodovia.

Além da etapa de transporte da cana de açúcar, outras etapas do processo logístico também emitem gases na atmosfera, tais como: o trato cultural do solo, o corte e a queima da palha, e o processamento da cana-de-açúcar na usina. Dentre estas etapas, o corte e a queima da palha são os maiores responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa (Figueiredo *et al.*, 2010).

A queima da palha da cana-de-açúcar gera problemas ambientais pela emissão de poluentes, tais como: material particulado, hidrocarbonetos (HC) e gases do tipo: monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (NO) e dióxido de enxofre (SO). A queima também gera problemas respiratórios, problemas oculares e contribui para o aumento do efeito estufa (Claros, *et al.*, 2010).

ISSN 1809-3957

Esses poluentes não são liberados apenas pela queima da palha; mas, também pelo cultivo do solo, pelo uso de máquinas agrícolas utilizadas no corte e no carregamento de caminhões utilizados para o transporte até a usina.

Dentro da própria unidade industrial, ocorre a liberação de gases pela queima do bagaço da cana-de-açúcar nas caldeiras para a co-geração de energia e, também, a liberação de gases nos processos fermentativos para produção de álcool (Cerri *et al*., 2009)

Ao final da produção de álcool, outra fonte de emissão é gerada pelos próprios meios de transporte do álcool, ligando o fornecedor ao cliente. Ainda, a queima de álcool pelos automóveis movidos a etanol combustível gera a emissão de dióxido de carbono (CO_2).

III. MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas. Na primeira etapa, determinou-se o número necessário de máquinas agrícolas para o corte, o carregamento e o transporte (CCT) da cana-de-açúcar. Na segunda etapa, determinou-se as emissões geradas pelo sistema CCT. Para a realização deste trabalho foi realizado um estudo de caso para a área produtiva de uma unidade sucroalcooleira, utilizando dados da safra 2010. A Figura 3 apresenta o esquema gráfico da área em estudo.

Este trabalho busca apresentar os resultados da emissão de GEE (Gases do Efeito Estufa) em todo o processo logístico estudado. Para facilidade de comparação, os dados de GEE são apresentados como emissões de dióxido de carbono (CO_2).

A análise desenvolvida neste trabalho tem como base o Método Top-Down desenvolvido por IPCC (2001), que orienta a desenvolver fatores de emissões locais para serem utilizados como alternativa adicional no cálculo do inventário de GEE, visando à aferição dos resultados e, conseqüentemente, à melhoria da qualidade da informação.

O Método Top-Down foi utilizado em três etapas. A primeira etapa consiste na conversão de energia, a segunda etapa consiste na quantificação da emissão de carbono e a terceira etapa consiste na quantificação da emissão de dióxido de carbono.

IV. ANÁLISE LOGÍSTICA

A Tabela 1 apresenta o consumo de combustível para cada tipo de maquina utilizada no sistema CCT.

Tabela 1 Consumo de combustível no sistema CCT

Tipo de Máquina	Consumo (l/t)
Carregadora	0,20
Trator reboque	0,58
Caminhão de cana inteira	1,49
Colhedeira	0,99
Trator de transbordo	0,38
Caminhão de cana picada	1,01

A análise logística foi realizada para a produção do ano de 2010 que resultou em um volume de 2.448.294 toneladas de cana de açúcar moída durante 208 dias do ano. O volume diário médio de moagem foi 11.771 toneladas/dia, em um processo misto de 92% de corte mecânico e 8% de corte manual. Portanto, a quantidade de cana-de-açúcar transportada pelo modo mecânico foi igual a 10.829 toneladas/dia e pelo manual foi de 924 toneladas/dia. A Figura 1 apresenta a produção total da cana-de-açúcar em 2010 processados pelos dois métodos. A Figura 2 apresenta a produção diária em 2010 processados pelos dois métodos.

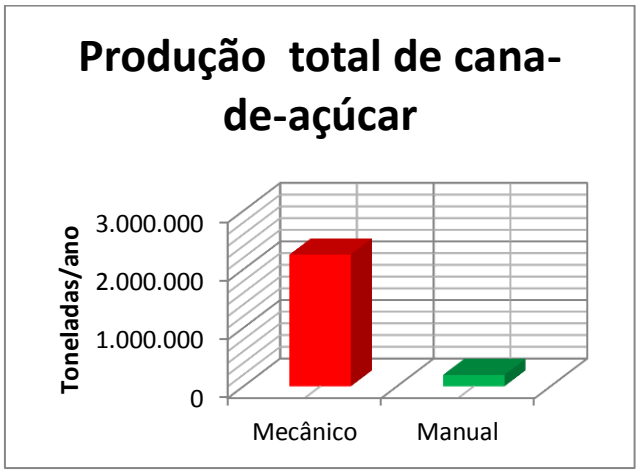


Figura 1: Produção total processada pelos métodos manual e mecânico

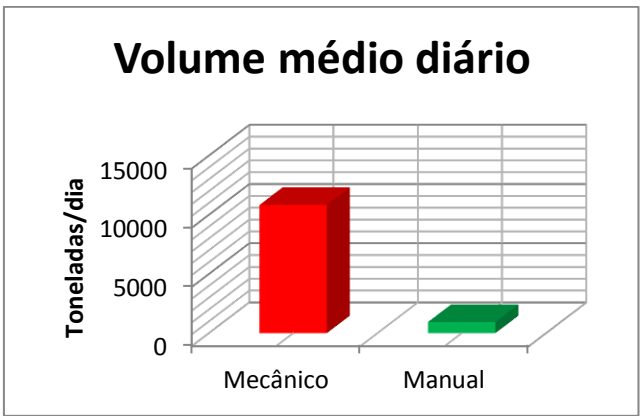


Figura 2: Produção diária processada pelos métodos manual e mecânico

A Tabela 2 apresenta o consumo de combustível utilizado para o processamento da produção de cana-de-açúcar referente à safra de 2010 pelo método manual do sistema CCT, que foi igual a 195.914 toneladas.

Tabela 2: Consumo de combustível para o sistema manual

Tipo de máquina	Consumo (m^3)
Caminhão	291,8
Carregadora	39,2
Trator reboque	113,6
Consumo Total	444,6

A Tabela 3 apresenta o consumo de combustível utilizado para o processamento da produção de cana-de-açúcar referente à safra de 2010 pelo método mecânico do sistema CCT, que foi igual a 2.223.010 toneladas.

Tabela 3: Consumo de combustível para o sistema mecânico

Tipo de máquina	Consumo (m^3)
Caminhão	2.275,0
Colheitadeira	2.229,9
Trator de transbordo	855,9
Consumo Total	5.360,8

ISSN 1809-3957

V. ANÁLISE AMBIENTAL

A atmosfera é composta por gases e vários deles interferem nas radiações, tanto as emitidas pelo Sol, quanto as irradiadas pela Terra. Alguns gases são emitidos diretamente, tais como o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O); enquanto que outros são emitidos indiretamente, tais como os hidrofluorcarbonos (HFCs) que destroem o ozônio, permitindo a passagem de ondas solares do tipo raio ultravioleta (Paula *et al.*, 2010).

A absorção ou reflexão gerada pelos gases é chamada de efeito estufa e interfere no clima do planeta Terra, causando temperaturas extremas (Paula *et al.*, 2010). Segundo Tavares (2010), o aquecimento global é a principal razão pelo aumento da freqüência e intensidade de todas as catástrofes climáticas. Para Hiratsuka (2009), as progressivas alterações climáticas estão induzindo as pessoas a pensarem sobre a vida do planeta.

O plantio, a colheita, o transporte e o processamento da cana-de-açúcar utilizam grandes volumes de combustíveis fósseis que originam emissões de GEE – Gases do Efeito Estufa. Portanto, necessita-se equacionar um balanço energético de GEE para estimar as conseqüências destas atividades no ciclo completo da produção do etanol combustível, a partir da cana-de-açúcar, e no seu uso como combustível no setor de transporte.

Segundo Paula *et al* (2010), na safra 2006/2007 do Centro-Sul do Brasil a emissão média de Gases de Efeito Estufa (GEE) foi de 71,61 t/ha nos processos que não usaram a queima da cana-de-açúcar; e nos processos em que foi usado a queima, a emissão foi da seguinte forma: material particulado 0,286 t/ha; óxido nitroso (N_2O) 0,0358 t/ha; monóxido de carbono (CO) 2 t/ha e gás metano (CH_4) 0,2048 t/ha.

Estima-se que 241 kg de dióxido de carbono são liberados na atmosfera para 1 tonelada de açúcar produzido. Isto equivale a 2406 kg de dióxido de carbono por hectare de área cultivada e 26,5 kg de dióxido de carbono por uma tonelada de cana processada (Figueiredo *et al.* 2010).

Segundo Paula *et al.* (2010), ao adotar o processo da queima da cana-de-açúcar antes da colheita, para cada tonelada de colmo sobram 145 kg de matéria seca, e esta matéria seca constitui 101 kg de palha. A queima dos 101 kg de palha emite 0,286 kg de gás metano (CH_4) e 0,00825 kg de gás nitroso (N_2O).

A análise ambiental, que consiste no cálculo da emissão de CO_2 (dióxido de carbono) na atmosfera, foi feita com base nos resultados da análise logística, utilizando o método Top-Down.

A Tabela 4 apresenta os resultados do consumo de energia para o sistema manual. A Tabela 5 apresenta os resultados do consumo de energia para o sistema mecânico.

Tabela 4: Consumo total de energia pelo sistema manual

Tipo de máquina	CC (TJ)
Caminhão	10,21
Carregadora	1,37
Trator reboque	3,97
Total	15,55

Tabela 5: Consumo total de energia pelo sistema mecânico

Tipo de máquina	CC (TJ)
Caminhão	79,58
Colheitadeira	78,00
Trator de transbordo	29,94
Total	187,52

A Tabela 6 apresenta os resultados do conteúdo total de carbono emitido pelo sistema manual. A Tabela 7 apresenta os resultados do conteúdo total de carbono emitido pelo sistema mecânico.

Tabela 6: Conteúdo de carbono emitido pelo sistema manual

Tipo de máquina	QC (GgC)
Caminhão	2,02
Carregadora	0,28
Trator reboque	0,80
Total	3,14

Tabela 7: Conteúdo de carbono emitido pelo sistema mecânico

Tipo de máquina	QC (GgC)
Caminhão	16,07
Colheitadeira	15,76
Trator de transbordo	6,05
Total	37,88

A Tabela 8 apresenta os resultados da quantidade total de dióxido de carbono emitida pelo sistema manual. A Tabela 9 apresenta os resultados da quantidade total de dióxido de carbono emitida pelo sistema mecânico.

Tabela 8: Emissão de dióxido de carbono pelo sistema manual

Tipo de máquina	CO_2 (t)
Caminhão	7.559,9
Carregadora	1.015,6
Trator reboque	2.943,1
Total	11.518,6

Tabela 9: Emissão de dióxido de carbono pelo sistema mecânico

Tipo de máquina	CO_2 (t)
Caminhão	58.940,33
Colheitadeira	57.774,47
Trator de transbordo	22.177,11
Total	138.891,91

VI. CONCLUSÕES

O sistema de corte manual gasta em média de 15 a 20 minutos mais tempo do que o sistema de corte mecânico no carregamento, conseqüentemente ocorre um aumento no tempo de ciclo.

O sistema mecânico possui um rendimento maior do que o sistema manual no tempo; porém, o consumo de combustível das máquinas agrícolas é maior do que o consumo das máquinas utilizadas no corte manual.

ISSN 1809-3957

Ainda, o sistema mecânico gera uma quantidade menor de emissão de gases na atmosfera por não necessitar de queimar a cana-de-açúcar.

A intensidade do uso de colheitadeira acarretou uma modernização nos caminhões utilizados para o transporte. Pois, sem o uso da colheitadeira a cana era transportada em unidade inteira e com o uso da colheitadeira a cana-de-açúcar é transportada em colmos.

Os caminhões modernos conseguem transportar quantidades de cana picada muito maiores do que os veículos usados anteriormente para o transporte de cana inteira e, também não necessitam de três conjuntos de vagões como anteriormente, e sim apenas dois conjuntos de vagões. Este fato além de aumentar a eficiência do transporte, aumentando a segurança no transporte.

A emissão total de CO_2 foi de 150.409,6 toneladas na safra de 2010, para o caso em estudo, usando o sistema híbrido, composto por 92% de corte mecânico e 8% de corte manual. Se o sistema CCT tivesse sido realizado somente com corte manual, resultaria em uma emissão de CO_2 igual 143.986,1 toneladas, somada à emissão gerada pela queima da palha resultaria em um total de 173.430,92 toneladas de CO_2/ano.

Esses resultados demonstraram um eficiente sistema logístico e ambiental a partir do domínio do corte mecânico, em relação ao corte manual para o sistema CCT.

De um modo geral, a unidade sucroalcooleira em estudo conseguiu reduzir em 2010 a área da queima da cana-de-açúcar para 8% do total de produção. A meta nacional para 2014 é de 15% de redução.

Mesmo assim, não se pode estimar a quantidade correta de poluentes lançados na atmosfera; pois deveria ser considerada toda a emissão gerada desde o cultivo da cana-de-açúcar, durante a respiração da planta, no transporte, na queima do bagaço nas caldeiras e no processo de destilação.

De todo modo, pode-se concluir com base na realização deste estudo que, em geral, as usinas sucroalcooleiras estão reduzindo as emissões de CO_2 na atmosfera com o uso eficiente do corte mecânico da cana-de-açúcar.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotivos. (2011) **http://www.anfavea.com.br/index.html**.

Cerri, C. C. *et al*. (2009) Emissões de Gases do Efeito Estufa do Brasil: Importância da Agricultura e Pastagem. Ciência. Agrícola, Piracicaba, Brazil, 66(6), 831-843.

Claros, J. C. *et al*. (2010)Emissão de Gases de Efeito Estufa no Ciclo de Vida do Etanol: Estimativa nas Fases de Agricultura e Industrialização em Minas Gerais. Engenharia Sanitária e Ambiental, 15(3), 217-222.

Coelho, M. F. (2009) Planejamento da Qualidade no Processo de Colheita Mecanizada da Cana de Açúcar. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COPERSUCAR (2011) http://www.copersucar.com.br/perfil.html.

Figueiredo *et al*., (2010) Greenhouse Gas Emission Associated with Sugar Production in Southern Brazil. Carbon Balance and Management, 5(3).

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) Guidelines for National Green House Gas Inventories, National Greenhouse Gas Inventories Programme**.**Eggleston HS.

Paula, M. *et al*. (2010) Fixação de Carbono e a Emissão dos Gases de Efeito Estufa na Exploração da Cana de Açúcar. Ciência Agrotécnica, Lavras, 34(3), 633-640.

Ripoli, T. C. C. *et al*. (2009) Biomassa de Cana de Açúcar: Colheita, Energia e Ambiente. **Edição dos autores**. Piracicaba.

Takahashi, S. (2008) Avaliação Ambiental do Setor de Transportes de Cargas: Comparação de Métodos. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

APROVEITAMENTO DA SÍLICA RESIDUAL DA QUEIMA DA CASCA DO ARROZ E DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA FABRICAÇÃO DE CERÂMICAS

NAIANE PAIVA STOCHERO, ANTÔNIO PETTERLE; EDERLI MARANGON; MARCO ANTÔNIO DURLO TIER;

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA- PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA (PPGENG)
naianestochero@hotmail.com

***Resumo** – As indústrias produzem uma certa quantidade de resíduos que nem sempre são reaproveitados ou têm um destino ecologicamente correto, dessa forma esta pesquisa pretende colaborar para o desenvolvimento sustentável do país, viabilizando o aproveitamento da cinza da casca do arroz e do lodo da estação de tratamento de água. O estado do Rio Grande do Sul apresenta o maior volume de produção de arroz do país, e atualmente Alegrete é um dos municípios que lideram esta produção. A casca de arroz é um dos subprodutos originados do beneficiamento do arroz, e é muito utilizada como fonte de energia térmica para a geração de energia elétrica. Após a queima é gerado a cinza da casca do arroz, rica em sílica. O tratamento de água também é considerado uma indústria, pois, para se obter a água potável gera-se o lodo durante o tratamento, que possui elevadas concentrações de alumínio, sílica e ferro. Neste trabalho, foi desenvolvido materiais cerâmicos com 80% de argila caulim e 20% de sílica da queima da casca de arroz e foi analisado o efeito da substituição da mistura por lodo da estação de tratamento de água em teores volumétricos de 10%, 20% e 30%. Foram realizados ensaios de porosidade aparente, densidade de massa aparente, absorção de água e resistência a tração na flexão em três pontos.*

***Palavras-chave:** Cinza da casca do arroz. Lodo da estação de tratamento de água.. Materiais cerâmicos.*

I. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população implica no aumento da industrialização para atender a demanda, e isto significa uma expansão considerável no volume de resíduos gerados, e sua deposição de forma inadequada provoca a degradação do meio ambiente e a contaminação dos recursos naturais.

O estado do Rio Grande do Sul apresenta o maior volume de produção de arroz do país, e durante o beneficiamento do arroz é gerado a casca do arroz, um subproduto muito utilizado como fonte de energia térmica para a geração de energia elétrica.

Como resultado do aproveitamento da casca do arroz, tem-se também a geração de um novo resíduo, a cinza da casca do arroz (CCA), que segundo Della *et al.* (2002) corresponde a 20% do volume da casca.

Apesar das grandes possibilidades de utilização CCA, Della *et al.* (2001) relatam que, muitas indústrias ainda descartam em solos ou aterros. Conforme Santos (2001), se esta cinza for depositada em grandes volumes, o solo não consegue absorve-la, e consequentemente ocorre a perda da biodiversidade. Além disso, Folleto *et al.* (2005), afirmam que a cinza contêm alto teor de sílica (>92%), o que a torna um resíduo de elevado potencial econômico, considerando sua grande aplicabilidade em vários ramos industriais, como eletrônica, construção civil, indústria química, cerâmicas, entre outros.

Outra indústria que vem crescendo com o aumento da globalização são as estações de tratamento de água (ETA), destinados a realizar o tratamento de água advinda dos mananciais, ou seja, onde ocorre a transformação de água inadequada para o consumo humano em água dentro dos padrões de potabilidade.

Os principais processos utilizados em ETA são: coagulação, floculação, decantação e filtração. Esses sistemas de tratamento de água geram um resíduo denominado lodo de água, e é originado, na maioria das vezes, na fase de decantação e filtração (Hamoda *et al.*, 2004).

Devido a sua composição química, o lodo de ETA, é considerado um resíduo sólido não inerte que necessita de uma disposição final adequada, porém o seu destino na maioria das vezes são corpos d'água mais próximos (Junior, 2009).

Monteiro *et al.* (2008) e Huang *et al.* (2001) relatam que, estudos sobre o reaproveitamento do lodo de ETA, tem-se desenvolvido nas mais diversas áreas, principalmente na fabricação de cimentos e na produção de cerâmicas, em função de altas concentrações de aluminio, sílica e óxido de ferro.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é propor uma combinação da sílica proveniente da queima da casca do arroz com lodo de ETA e investigar o efeito dessa mistura

ISSN 1809-3957

para a fabricação de materiais cerâmicos, como uma nova alternativa para a reutilização desses resíduos industriais.

II. PROCEDIMENTOS

Para avaliação da cerâmica, foram realizados ensaios de porosidade aparente, densidade de massa aparente, absorção de água e ensaio de resistência a tração na flexão em três pontos. As matérias-primas utilizadas para a fabricação das cerâmicas foram: argila caulim, sílica residual da queima da casca do arroz e lodo da estação de tratamento de água (ETA).

FABRICAÇÃO DAS CERÂMICAS

A argila caulim foi fornecida pela empresa Helager Indústria e Comércio Ltda, originária da Vargem Grande do Sul/ SP.

A sílica (91% de pureza) foi doada pela empresa Sílica Verde do Arroz Ltda situada em Alegrete/RS. Esta sílica ativa, é produzida pelo processo de combustão da casca do arroz em leito fluidizado com controle de temperatura (abaixo de 780°C) que permite a extração de sílica com estrutura amorfa. Conforme Della *et al.* (2001) a sílica no estado amorfo aumenta a reatividade com outros componentes ao contrário da sílica cristalina.

O lodo de ETA foi cedido pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). O lodo coletado apresentava uma alta umidade, 50% aproximadamente, por este motivo, foi seco em estufa (100°C) durante 24 horas. Após a secagem, a matéria-prima foi submetida à moagem e peneiramento para padronização das partículas. A Tabela 1 apresenta composição química das matérias-primas.

Tabela 1 - Composição química das matérias-primas

Elemento	Composição química da sílica (%)	Composição química da argila caulim (%)	Composição química do lodo ETA (%)
SiO_2	91,48	57,83	36,11
CaO	0,36	0,13	0,42
MgO	0,32	0,36	0,48
Fe_2O_3	0,05	2,25	11,58
Al_2O_3	ND	27,52	32,31
Na_2O	0,04	<0,001	0,03
K_2O	1,40	1,87	0,55
TiO_2	0,003	0,38	1,02
MnO	0,32	<0,01	0,07
SO_3	0,15	-	-
P_2O_5	0,45	-	0,35
Perda ao Fogo	3,50	8,63	16,88

Fonte: Sílica Verde do Arroz Ltda/ Helager Indústria e Comércio Ltda/ Companhia Riograndense de Saneamento

Foram realizadas cinco formulações para a cerâmica, conforme Tabela 2. A primeira com argila caulim, a segunda formulação com 80% de argila caulim e 20% de sílica, sendo esta, uma mistura de referência. Na terceira, quarta e quinta formulações foram realizadas substituições da mistura de referência por lodo de ETA em teores volumétricos de 10%, 20% e 30% respectivamente.

Os corpos de prova foram conformados por uma prensa macho-fêmea, que tem a capacidade de produzir três amostras a cada prensagem. Cada molde tem dimensão de 150 mm de comprimento, 30 mm de largura e 50 mm de espessura.

Este processo de prensagem foi realizado em uma prensa Emic, com capacidade de carga de 200 KN.

A quantidade de massa requerida para cada molde foi determinada para cada uma das cinco misturas, conforme Tabela 2, sendo estas estabelecidas para que os corpos de prova apresentassem altura de 20 mm.

Tabela 2 – Peso de cada formulação para preenchimento de cada molde da forma de prensagem

Formulações	Peso (g)
Argila	180
Referência (80% de argila e 20% de sílica)	170
10% de lodo de ETA	170
20% de lodo de ETA	175
30% de lodo de ETA	180

Fonte: Autor

O teor de umidade utilizada na mistura foi de 12%, pois testes preliminares demonstraram que teores abaixo deste, apresentaram uma dificuldade na extração da peça, o qual apresentava-se mais quebradiça. A pressão de compactação estabelecida para a prensagem dos corpos de prova, foi de 20MPa.

Os compactos recém-prensados foram colocados em uma estufa na temperatura de 105±10°C pelo período de 24 horas.

Todas as amostras foram sinterizadas a 1300°C em forno do tipo mufla de laboratório com taxa de aquecimento de 5ºC/min até a temperatura de 150ºC , onde permaneceu por 10 min para eliminação da umidade superficial. Em seguida, com taxa de aquecimento de 3ºC/min até a temperatura de 500ºC onde permaneceu também por 10 minutos para eliminação dos gases originados da combustão e reações do material. Posteriormente, a última taxa de aquecimento foi de 5ºC/min até a temperatura de 1300ºC onde permaneceu por 30 minutos. O resfriamento foi realizado de forma natural dentro do forno após o seu desligamento.

ENSAIOS FÍSICOS E MECÂNICOS

Porosidade aparente

O ensaio de porosidade aparente foi realizado obedecendo orientações da NBR 6220 (2011). A equação (2.1) determina a porosidade aparente.

$$PA(\%) = \left(\frac{Pu - Ps}{Pu - Pi} \right) \times 100 \qquad (2.1)$$

ISSN 1809-3957

Onde:
PA = Porosidade aparente (em %)
Pu = peso do corpo de prova saturado (em gr)
Ps = peso do corpo de prova seco (em gr)
Pi = peso do corpo de prova imerso em água(em gr)

Densidade de massa aparente

A densidade de massa aparente será determinada pela NBR 6220 (2011) através da equação (2.2), que expressa o quociente do peso do corpo de prova seco (em g) pelo seu volume aparente (em cm³).

$$D.M.A = \frac{Ps}{v.a} \qquad (2.2)$$

Onde:
D.M.A = Densidade de Massa aparente (g/cm³)
Ps = Peso do corpo de prova seco (em gr)
v.a. = Volume aparente (em cm³)

Absorção de água

O ensaio de absorção de água foi realizado conforme orientações da NBR 6220 (2011), onde a capacidade de absorção de água está relacionada com a quantidade de água em porcentagem que o corpo absorve após a queima, de acordo com a equação (2.3).

$$\frac{AA(\%) = (Pu - Ps) \times 100}{Ps} \qquad (2.3)$$

Onde:
AA = Absorção de água (em %)
Pu = peso do corpo de prova saturado (em gr)
Ps = peso do corpo de prova seco (em gr)

Resistência a tração na flexão em três pontos

A resistência à flexão foi analisada por testes de flexão a três pontos, seguindo orientações da NBR 5014 (2012) e determinada pela equação (2.4).

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2ah^2} \qquad (2.4)$$

O ensaio foi realizado utilizando-se uma máquina de ensaio universal marca Shimadzu, com capacidade de carga de 5 KN.

III. RESULTADOS

Porosidade aparente e absorção de água

A análise dos resultados obtidos com o ensaio de absorção de água e porosidade aparente permitiu identificar que, com a substituição de argila por sílica houve um decréscimo de aproximadamente 22% na porosidade e 20% de absorção de água na cerâmica, e conforme se aumentou a substituição da mistura (80% de argila e 20% de sílica) por lodo de ETA, ocorreu um acréscimo de porosidade e absorção, com 10% de lodo ETA este aumento ficou respectivamente em 19% e 20% , enquanto na mistura com 20 % de lodo ETA esse aumento foi de 49% e 59%, já para a cerâmica com 30% de lodo ETA foi 58% e 69% . A Figura 1 ilustra esses resultados.

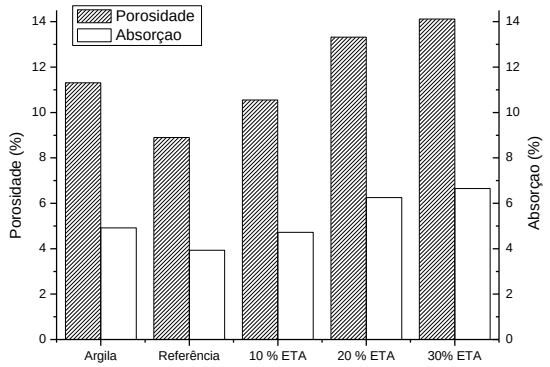


Figura 1 – Gráfico da porosidade aparente e absorção de água para cada tipo de material

Densidade de massa aparente

A Figura 2 apresenta os resultados de densidade de massa aparente para as cinco formulações estudadas. Observa-se que a cerâmica de referência obteve um acréscimo na densidade, fato este, relacionado com a diminuição da porosidade. Segundo Yoshimura *et al.* (2005), o aumento da densificação é devido a diminuição do volume de espaços vazios entre as partículas.

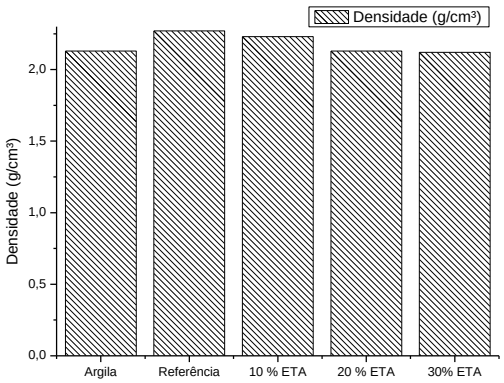


Figura 2 – Gráfico da densidade de massa aparente para cada tipo de material

Resistência a tração na flexão em três pontos

A maior resistência média a tração na flexão em três pontos, foi obtida na cerâmica de referência (80% de argila e 20% de sílica), conforme Figura 3.

Segundo Yoshimura *et al.* (2005), as características responsáveis pelo aumento da resistência é um maior empacotamento da mistura, o que resulta em um material com menor porosidade e maior densidade.

ISSN 1809-3957

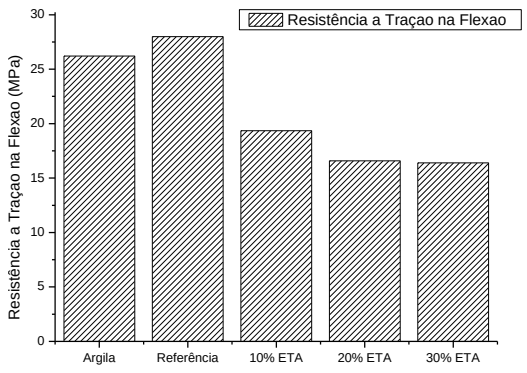


Figura 3 – Gráfico da resistência à tração na flexão em três pontos para cada tipo de material

IV. CONCLUSÃO

A cerâmica de referência comparada a cerâmica com argila apresentou aumento de aproximadamente 7% na resistência a tração na flexão em três pontos, mostrando-se bastante viável para aplicações onde é exigida maiores resistências mecânicas, além disso, a diminuição da porosidade segundo Asmani *et al.* (2001) é um fator determinante para a durabilidade do material, pois está ligada à capacidade do mesmo em não reagir com líquidos e gases, os quais podem causar a degradação do material.

Em contrapartida as substituições da mistura de referência por lodo de ETA, apresentaram baixa resistência mecânica, devido, segundo Yoshimura *et al.* (2005) pelo aumento da porosidade. Contudo, cerâmicas com alto grau de porosidade são bastantes úteis em aplicações onde se deseja o isolamento térmico de materiais.

Diante dos resultados apresentados é possível observar a viabilidade do aproveitamento da cinza da casca do arroz e do lodo de ETA para a produção de cerâmicas tanto para aplicações onde é requerida melhores resistências mecânicas como isolamento térmico. Além disso, a reutilização destes resíduos possibilita a diversificação da matéria-prima para a fabricação de cerâmicas bem como a valorização destes rejeitos em produtos de maior valor agregado.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASMANI, M; KERMEL, C; LERICHE , A; OURAK,M**. Influence of porosity on Young's modulus and Poisson's ratio in alumina ceramics**. Journal of the European Ceramic Society Volume 21, August 2001, Pages 1081–1086.

DELLA, V. P.; KUHN, I.; HOTZA, D. **Rice husk ash as an alternate source for active silica production**. Materials Letters Volume 57, December 2002, Pages 818–821

DELLA,V.P.; KUHN,I; HOTZA,D. **Caracterização da cinza da casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica.** Revista Química Nova, v. 24, nº 6, 2001.

FOLLETO,E.L;HOFFMANN,R;HOFFMANN,R.S;PORTUGAL,U.L;JAHN,S.L. **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**- Revista Química Nova, Vol. 28,nº 6,pag. 1055-1060,2005.

HAMODA,M.F; AL-GHUSAIN,I; AL-MUTAIRI, N.Z. **Sand filtration of wastewater for tertiary treatment and water reuse.** Desalination Volume 164, 15 April 2004, Pages 203–211.HUANG, C; PAN, J.R; SUN, K.-D; LIAW, C.-T. **Reuse of water treatment plant sludge and dam sediment in brick-making**. Water Science & Technology Volume 44, 2001, Pages 273–277.

JUNIOR, V.M.T. **Desenvolvimento de novos materiais cerâmicos a partir de lodo de estações de tratamento de água, microesferas de vidro de jateamento, sais de neutralização de ácidos de baterias e areias de fundição.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

MONTEIRO, S.N; ALEXANDRE, J; MARGEM, J.I; SÁNCHEZ, R; VIEIRA, C.M.F. **Incorporation of sludge waste from water treatment plant into red ceramic**. Construction and Building Materials Volume 22, June 2008, Pages 1281–1287.

YOSHIMURA, H.M; MOLISANI.A.L; SIQUEIRA, G.R.; de CAMARGO,A.C.; NARITA, N.E.; CESAR, P.F.; GOLDENSTEIN, H. **Efeito da porosidade nas propriedades mecânicas na alumina de elevada pureza**. Rev. Cerâmica nº51. Pag. 239-251, 2005.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

DESEMPENHO MECÂNICO E TERMOMECÂNICO DE CERÂMICA CONTENDO SÍLICA RESIDUAL DA QUEIMA DA CASCA DO ARROZ E FIBRAS DE AÇO

NAIANE PAIVA STOCHERO[1], ANTÔNIO PETTERLE[1]; EDERLI MARANGON[1]; MARCO ANTÔNIO DURLO TIER[1];

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA- PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA (PPGENG)
naianestochero@hotmail.com

***Resumo** – O estado do Rio Grande do Sul apresenta o maior volume de produção de arroz do país, e atualmente Alegrete é um dos municípios que lideram esta produção. A casca de arroz é um dos subprodutos originados do beneficiamento do arroz, e é muito utilizada como fonte de energia térmica para a geração de energia elétrica. Após a queima é gerado a cinza da casca do arroz, rica em sílica. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é diversificar o aproveitamento deste resíduo como fonte alternativa para materiais cerâmicos refratários e agregar valor a este subproduto. Outro objetivo é melhorar as propriedades mecânicas de matrizes frágeis, que possuem uma tendência a falhar por fadiga e choque térmico. Neste trabalho, foi desenvolvido materiais cerâmicos com 80% de argila caulim e 20% de sílica da queima da casca de arroz e foi analisado o efeito da substituição da mistura por fibras de aço em teores volumétricos de 3%, 6% e 9%. Foram realizados ensaios de resistência a flexão em três pontos e resistência ao choque térmico.*

***Palavras-chave:** Cinza da casca do arroz. Fibra de aço. Materiais cerâmicos.*

I. INTRODUÇÃO

As cerâmicas são extremamente duras e rígidas, em razão do tipo de ligação atômica que é predominantemente iônica. A fragilidade inerente as cerâmicas é a principal limitação para diversas aplicações.

A principal matéria-prima empregada na fabricação de produtos cerâmicos são as argilas, material abundante em todas as regiões brasileiras. As argilas são definidas como sendo um produto natural, terroso, constituídas por componentes de grãos muito finos, entre os quais se destacam os minerais argilosos (DONDI *et al.* 2014).

Sobrosa (2014) realizou uma importante pesquisa na área de cerâmica, analizando o efeito da substituição parcial da argila pela sílica da queima da casca do arroz em percentuais de 5%, 10% e 20% e observou que conforme aumentava a substituição de argila por cinza da casca do arroz (CCA), era obtido um melhor empacotamento da mistura e consequentemente um aumento na resistência mecânica. Contudo a cerâmica ainda apresentou-se frágil.

Aveston *et al.* (1971), foram os primeiros a analisar o mecanismo de redução da fragilidade da cerâmica pelo reforço de fibra de aço, e perceberam que as fibras atuam como um obstáculo ao desenvolvimento de fissuras.

Segundo, Cailleux *et al.* (2002), a incorporação de fibras de aço em compósitos de matriz cerâmica, tem como principal efeito atuar como ponte de transferência de tensões, a fim de limitar sua propagação e aumentar a resistência do material. Cailleux *et al.* (2005), relata que para que ocorra a fratura de compósitos com fibras de aço é necessário o emprego de tensões muito elevadas.

Pemberton (2011) e colaboradores, destacam que já houve várias tentativas de introduzir partículas ou constituintes em camadas na cerâmica, mas o resultado mais eficaz em termos de aumento da ductilidade foi através da incorporação de fibras de aço.

O objetivo deste trabalho é avaliar uso de fibras de aço e sílica proveniente da queima da casca de arroz para a fabricação de materiais cerâmicos, buscando melhorar as propriedades mecânicas e termomecânicas deste material e agregar valor a sílica residual proveniente da queima da casca de arroz.

II. PROCEDIMENTOS

Para avaliação do desempenho da cerâmica , foram realizados ensaios de resistência a tração na flexão em três pontos e resistência ao choque térmico com resfriamento brusco em água. As matérias-primas utilizadas para a fabricação das cerâmicas foram: argila caulim, sílica residual da queima da casca do arroz e fibras de aço.

FABRICAÇÃO DAS CERÂMICAS

A argila caulim foi fornecida pela empresa Helager Indústria e Comércio Ltda, originária da Vargem Grande do Sul/ SP. A escolha do tipo de argila, foi devido a baixa presença de óxido de ferro, o que favorece a refratariedade.

ISSN 1809-3957

A sílica (91% de pureza) foi doada pela empresa Sílica Verde do Arroz Ltda situada em Alegrete/RS. Esta sílica ativa, é produzida pelo processo de combustão da casca do arroz em leito fluidizado com controle de temperatura (abaixo de 780°C) que permite a extração de sílica com estrutura amorfa. Conforme Della *et al.* (2001) a sílica no estado amorfo aumenta a reatividade com outros componentes ao contrário da sílica cristalina. A tabela 1 apresenta composição química das matérias-primas.

Tabela 1 - Composição química das matérias-primas

	Composição química da sílica	**Composição química da argila caulim**
Elemento	Porcentagem (%)	Porcentagem (%)
SiO_2	91,48	57,83
CaO	0,36	0,13
MgO	0,32	0,36
Fe_2O_3	0,05	2,25
Al_2O_3	ND	27,52
Na_2O	0,04	<0,001
K_2O	1,40	1,87
TiO_2	0,003	0,38
MnO	0,32	<0,01
SO_3	0,15	-
P_2O_5	0,45	-
Perda ao fogo	3,50	8,63

Fonte: Sílica Verde do Arroz Ltda/ Helager Indústria e Comércio Ltda

A fibra de aço foi doada pela COPPE-Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A origem da fibra é da empresa Alemã Krampe, a tabela 2 apresenta as características geométricas bem como resistência a tração e ponto de fusão.

Tabela 2 - Características da fibra de aço

Características	**Fibra de aço**
Comprimento (mm)	6 ± 1
Diâmetro (mm)	$0{,}16 \pm 0{,}03$
Fator de Forma (l/d)	37,5
Ponto de Fusão (°C)	1500
Resistência à tração (MPa)	2.200

Fonte: Krampe

Foram realizadas cinco formulações para a cerâmica, conforme tabela 3. A primeira com argila caulim, a segunda formulação com 80% de argila caulim e 20% de sílica, sendo esta, uma mistura de referência. Na terceira, quarta e quinta formulações foram realizadas substituições da mistura de referência pelas fibras de aço em teores volumétricos de 3% 6% e 9% respectivamente.

Os corpos de prova foram conformados por uma prensa macho-fêmea, que tem a capacidade de produzir três amostras a cada prensagem. Cada molde tem dimensão de 150 mm de comprimento, 30 mm de largura e 50 mm de espessura.

Este processo de prensagem foi realizado em uma prensa Emic, com capacidade de carga de 200 kN.

A quantidade de massa requerida para cada molde, foi determinada para cada uma das cinco misturas, conforme tabela 3, sendo estas estabelecidas para que os corpos de prova apresentassem altura de 20 mm.

Tabela 3 – Peso de cada formulação para preenchimento de cada molde da forma de prensagem

Formulações	**Peso (g)**
Argila	180
Referência (80% de argila e 20% de sílica)	170
3% de fibra	185
6% de fibra	195
9% de fibra	205

Fonte: Autor

O teor te umidade utilizada na mistura foi de 12%, pois testes preliminares demonstraram que teores abaixo deste, apresentaram uma dificuldade na extração da peça, o qual apresentava-se mais quebradiça. A pressão de compactação estabelecida para a prensagem dos corpos de prova, foi de 20MPa.

Os compactos recém-prensados tiveram uma secagem natural a temperatura ambiente durante 20 dias para eliminar a água proveniente da preparação da massa de forma lenta e gradual e assim evitar tensões e defeitos nas peças. Após esta secagem inicial, os materiais foram colocados em uma estufa na temperatura de 105±10°C pelo período de 24 horas.

Todas as amostras foram queimadas (sinterizadas) a 1300°C em forno do tipo mufla de laboratório com taxa de aquecimento de 5ºC/min até a temperatura de 150ºC , onde permaneceu por 10 min para eliminação da umidade superficial. Em seguida, com taxa de aquecimento de 3ºC/min até a temperatura de 500ºC onde permaneceu também por 10 minutos para eliminação dos gases originados da combustão e reações do material. Posteriormente, a última taxa de aquecimento foi de 5ºC/min até a temperatura de 1300ºC onde permaneceu por 30 minutos. O resfriamento foi realizado de forma natural dentro do forno após o seu desligamento.

ENSAIOS MECÂNICOS E TERMOMECÂNICOS

Resistência a tração na flexão em três pontos

A resistência à flexão foi analisada por testes de flexão a três pontos, seguindo orientações da NBR 5014 (2012) e determinada pela equação (2.1).

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2ah^2} \qquad (2.1)$$

O ensaio foi realizado utilizando-se uma máquina de ensaio universal marca Shimadzu, com capacidade de carga de 5 kN.

Resistência ao choque térmico

Este ensaio foi realizado seguindo as especificações da NBR 13202 (1997). Para o aquecimento dos corpos de

ISSN 1809-3957

prova foi utilizado o mesmo forno adotado na etapa de sinterização. Para cada ciclo os corpos de prova permaneceram na temperatura de 1200°C por 10 minutos, sendo imediatamente removidos e lançados em um tanque contendo água, onde permaneceram por 5 minutos. Em seguida, foram removidos e, depois de 5 minutos na temperatura ambiente, foram levados novamente ao forno para um novo ciclo.

A resistência ao choque térmico foi determinada através da equação (2.2):

$$r.c.t = A/B \qquad (2.2)$$

Onde:

A é o número do ciclo onde surgiu a primeira trinca;
B é o número do ciclo onde ocorreu a ruptura total do corpo de prova.

III. RESULTADOS

Resistência a tração na flexão em três pontos

A resistência média a flexão variou de 26,21 MPa na argila caulim para 27,99 MPa para a mistura de referência, ocorrendo um aumento de 6,79%. Já para as amostras com fibras foi observado uma diminuição da resistência a flexão, para 3% de fibra e 6% de fibra, essa diminuição ficou em 49,55% em comparação com a amostra de referência, já para a amostra de 9% de fibra a diminuição da resistência a flexão foi de 51,59% . A figura 1 ilustra esses resultados.

Figura 1 – Gráfico da resistência à tração na flexão em três pontos para cada tipo de material

O comportamento típico da carga *versus* deslocamento de todas as misturas é apresentado na figura 2 . Observa-se que a ruptura nas amostras de argila e referência ocorreu de forma frágil e com baixo deslocamento.

No entanto, a presença de fibras nas amostras resultou em um aumento expressivo na absorção de energia na parte pós-pico da curva, além disso vale ressaltar que essas amostras não romperam após o término do ensaio. Segundo Pemberton *et al.* (2011), as fibras tem forte influência no controle da abertura de fissura, mostrando-se bastante eficientes no aumento da ductilidade do material.

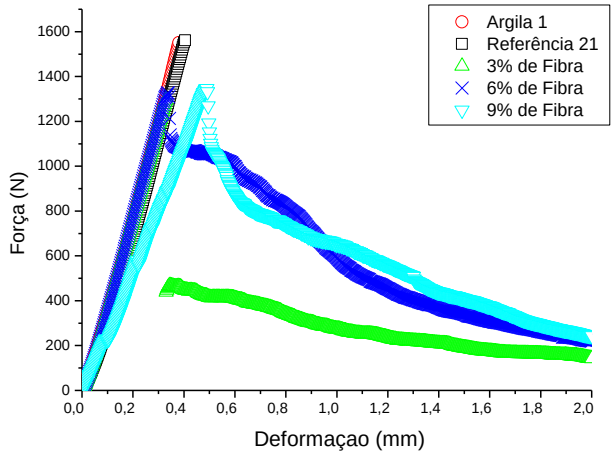


Figura 2 –Gráfico carga *versus* deslocamento obtidas do ensaio de flexão para cada tipo de material

Resistência ao choque térmico

A Tabela 4 apresenta os resultados de resistência ao choque térmico das diferentes amostras, obtidos através da equação (2.2).

Tabela 4 – Resultados do ensaio de choque térmico

Formulações	Resistência média ao choque térmico (r.c.t)	N° do ciclo da primeira trinca	N° do ciclo de ruptura
Argila Caulim	**1**		
Argila 25		1	1
Argila 26		1	1
Argila 28		1	1
Referência	**1**		
Referência 1		1	1
Referência 5		1	1
Referência 6		1	1
3% de Fibra	**0.22**		
3F/8		4	18
3F/9		4	18
3F/29		4	18
6% de Fibra	**0.27**		
6F/4		5	18
6F/7		5	18
6F/13		5	19
9% de Fibra	**0.36**		
9F/6		6	16
9F/14		6	16
9F/23		6	17

Fonte: Autor

As cerâmicas constituídas de argila caulim e com substituição de argila caulim pela sílica (amostra de referência) romperam bruscamente sem apresentar trincas previamente, o que demonstrou uma ruptura frágil. As

ISSN 1809-3957

amostras com fibras mostraram-se bastante dúcteis, apresentando as primeiras trincas no 4°ciclo e a ruptura da amostra no 19° ciclo. A mistura com 3% de fibra apresentou maior ductilidade e maior resistência ao choque térmico.

Importante salientar que a ruptura das amostras contendo fibras, ocorreu na extremidade dos corpos de prova, fato este, devido a região central dessas amostras se resfriar mais lentamente do que regiões extremas, por isso o gradiente térmico na extremidade é um pouco maior do que na região central, sendo dessa forma mais intenso o efeito do choque térmico, o que resultou em larguras de fissuras maiores provocando assim, a ruptura do material.

IV. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos a partir dos ensaios realizados nos corpos de prova, foi possível observar a viabilidade do aproveitamento da cinza da casca do arroz para a produção de cerâmica, devido ao aumento da resistência a tração na flexão enquanto que a adição de fibras de aço melhorou significativamente a resistência ao choque térmico e a ductilidade das amostras.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVESTON, J; COOPER, G. A; KELLY,A. **"The Properties of Fibre Composites",** Conference Proceedings, National Physical Laboratory (IPC Science and Technology Press Ltd), 1971.

CAILLEUX, E; CUTARD, T; BERNHART, G. **Pullout of metallic fibres a ceramic refractory matrix.** Composites: Part A 33, 2002.

CAILLEUX, E; CUTARD, T; BERNHART, G. **Pullout of steel fibres from a refractory castable: experiment and modelling**. Mechanics of Materials 37 (2005) 427–445

DELLA,V.P.; KUHN,I; HOTZA,D. **Caracterização da cinza da casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica.** Revista Química Nova, v. 24, nº 6, 2001.

DONDI, M; RAIMONDO,M; ZANELLI,C. **Clays and bodies for ceramic tiles: Reappraisal and technological classification.** Applied Clay Science 02911 (2014) 1-19.

KRAMPE. Características da fibra de aço. Disponível em: www.krampe.com. Acesso em 04/03/14.

PEMBERTON, S.R; et al. **The fracture energy of metal fibre reinforced ceramic composites (MFCs).** Composites Science and Technology 71 (2011) 266–275

SOBROSA, F. Z. **Desenvolvimento de materiais cerâmicos refratários com adição da sílica residual proveniente da queima da casca de arroz.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia – PPEng da Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2014.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ACOPLAMENTO ENTRE FLUXO DE POTÊNCIA ATIVA/REATIVA E VARIÁVEIS DE ESTADO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO REAIS DE ALTA, MÉDIA E BAIXA TENSÕES

CLAINER BRAVIN DONADEL[1,2]; JUSSARA FARIAS FARDIN[1]; LUCAS FRIZERA ENCARNAÇÃO[1]
1 – Universidade Federal do Espírito Santo; 2 – Instituto Federal do Espírito Santo
cdonadel@ifes.edu.br/clainer@gmail.com; jussara.fardin@ufes.br; lucas@ele.ufes.br

***Resumo** - A tendência de crescimento do número de conexões de unidades de geração, especialmente em redes de distribuição, faz com que seja necessário avaliar seu modo de operação e controle (representados pelo fluxo de potência ativa e reativa) perante às redes elétricas. O modo de controle das unidades de geração varia em função dos condutores utilizados, fortemente vinculados à tensão de conexão. Este artigo visa explorar as questões pertinentes ao acoplamento entre potência ativa/reativa e variáveis de estado das redes elétricas, mostrando seu comportamento e suas implicações.*

***Palavras-chave:** Unidades de Geração. Redes de Distribuição. Redes de Transmissão. Variáveis de Estado.*

I. INTRODUÇÃO

Com o forte incentivo à conexão de unidades de geração, em especial às cobertas pela Resolução ANEEL nº 482/2012 (Brasil, 2012), torna-se imprescindível conhecer o comportamento das redes elétricas perante alterações em suas variáveis de controle. Tipicamente, as redes elétricas são representadas por sua topologia (coordenadas das barras, comprimentos dos trechos, condutores existentes, dentre outras informações) e por um conjunto de variáveis de estado, que são um conjunto mínimo de informações elétricas que permitam determinar as demais grandezas. Usualmente, são utilizados o módulo e fase das tensões nas barras da rede, com exceção da barra de referência, que é previamente fixada (Sousa, 2011). Portanto:

$$\dot{X} = \left[|\dot{V}| \quad \theta \right]_{N \times 2} \tag{1.1}$$

Onde:

$\dot{X}$	Variáveis de estado.
$\|\dot{V}\|$	Módulo das Tensões nas Barras.
θ	Ângulo das Tensões nas Barras.
N	Número de Barras.

A conexão de unidades de geração requer conhecer impactos de sua conexão junto à rede elétrica a qual ela está conectada (podendo ser representado pelos fluxos de potência ativa e reativa). Entretanto, a forma como a rede elétrica se comporta depende fortemente dos valores da impedância dos condutores envolvidos na conexão, em especial de sua relação R/X (resistência/reatância), que tem seu valor alterado significativamente em função do nível de tensão utilizado.

Desta forma, este trabalho visa avaliar o acoplamento existente entre o fluxo de potência ativa/reativa e as variáveis de estado comumente utilizadas em redes de distribuição reais de alta, média e baixa tensões, explorando seu comportamento e suas implicações.

II. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A Figura 1 mostra uma rede simplificada de 2 barras (m e n), a partir da qual é possível expressar a potência complexa e a corrente que flui pela barra m através da Equação (2.2) - Grainger *et al.* (1994). No presente artigo, a barra m representa uma unidade de geração e a barra n representa o equivalente de Thévenin da rede elétrica à qual a unidade de geração está conectada.

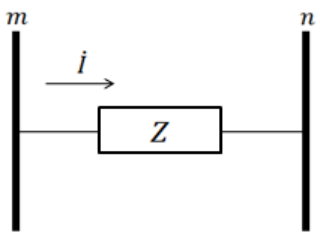


Figura 1 – Rede Simplificada de 2 Barras.

$$S = \dot{V}_m \dot{I}^* \tag{2.2}$$

$$\dot{I} = \frac{(\dot{V}_m - \dot{V}_n)}{Z} \tag{2.3}$$

Onde:

S	Potência complexa que flui da barra m para a barra n.
$\dot{V}_m$	Tensão fasorial na barra m.
$\dot{V}_n$	Tensão fasorial na barra n.
$\dot{I}$	Corrente fasorial entre as barras m e n.
Z	Impedância complexa entre as barras m e n.

ISSN 1809-3957

Desenvolvendo a Equação (2.2) é possível obter a Equação (2.4):

$$S = \dot{V}_m \frac{(\dot{V}_m - \dot{V}_n)^*}{Z^*} = \dot{V}_m \frac{(\dot{V}_m^* - \dot{V}_n^*)}{Z^*}$$

$$S = \frac{|\dot{V}_m|^2 - \dot{V}_m \dot{V}_n^*}{Z^*}$$

$$S = \frac{|\dot{V}_m|^2 - |\dot{V}_m||\dot{V}_n|\angle(\theta_m - \theta_n)}{Z^*}$$

$$S = \frac{Z\left[|\dot{V}_m|^2 - |\dot{V}_m||\dot{V}_n|\angle(\theta_m - \theta_n)\right]}{|Z|^2}$$

$$S = \frac{[R + jX]\left[\begin{matrix}|\dot{V}_m|^2 - |\dot{V}_m||\dot{V}_n|cos(\theta_m - \theta_n) \\ -|\dot{V}_m||\dot{V}_n|sen(\theta_m - \theta_n)j\end{matrix}\right]}{|Z|^2} \quad (2.4)$$

Onde:

θ_m	Ângulo da tensão na barra m .
θ_n	Ângulo da tensão na barra n .
R	Resistência entre as barras m e n .
X	Reatância entre as barras m e n .

Separando a Equação (2.4) em termos de potência ativa (P) e reativa (Q), obtém-se a Equação (2.5):

$$P = \frac{\begin{matrix}R|\dot{V}_m|^2 - R|\dot{V}_m||\dot{V}_n|cos(\theta_m - \theta_n) \\ +X|\dot{V}_m||\dot{V}_n|sen(\theta_m - \theta_n)\end{matrix}}{R^2 + X^2}$$

$$Q = \frac{\begin{matrix}-R|\dot{V}_m||\dot{V}_n|sen(\theta_m - \theta_n) + X|\dot{V}_m|^2 \\ -X|\dot{V}_m||\dot{V}_n|cos(\theta_m - \theta_n)\end{matrix}}{R^2 + X^2} \quad (2.5)$$

A análise da Equação (2.5) necessita de algumas considerações:

a) A relação entre R e X é comumente simplificada para um dos dois casos ideais: $R \ll X$ e $R \gg X$. O primeiro caso é comum em sistemas de transmissão de energia elétrica. O segundo caso é comum em sistemas de distribuição de energia elétrica.

b) A faixa de trabalho típica para os módulos das tensões é em torno de 1 pu.

c) A faixa de trabalho típica para as diferenças angulares é muito reduzida, comparando-se com o espectro angular total.

Desta forma, pode-se estabelecer relações de sensibilidade (acoplamento) entre P e Q e os valores dos módulos das tensões e das diferenças angulares. Os resultados estão apresentados na seção a seguir.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeitos de simulação, os resultados foram agrupados em duas categorias, conforme Tabela I:

TABELA I
PARÂMETROS UTILIZADOS NA ANÁLISE

CATEGORIA	VALORES DE R E X	ABERTURA ANGULAR	DIFERENÇA DE TENSÃO
$R \ll X$	$R = 0$ $X = 1\ pu$	$\|\dot{V}_m\| = 1\ pu$ $\|\dot{V}_n\| = 1\ pu$ $\theta_m - \theta_n$ variando entre -5º e + 5º.	$\|\dot{V}_m\| = 1\ pu$ $\theta_m - \theta_n = 0º$ $\|\dot{V}_m\| - \|\dot{V}_n\|$ variando entre -0,10 e +0,10 pu.
$R \gg X$	$R = 1\ pu$ $X = 0$		

A Figura 2 e a Figura 3 mostram o gráfico dos valores de potência ativa e reativa que fluem entre as barras m e n , em função de suas diferenças angular e de módulos das tensões, para $R \ll X$.

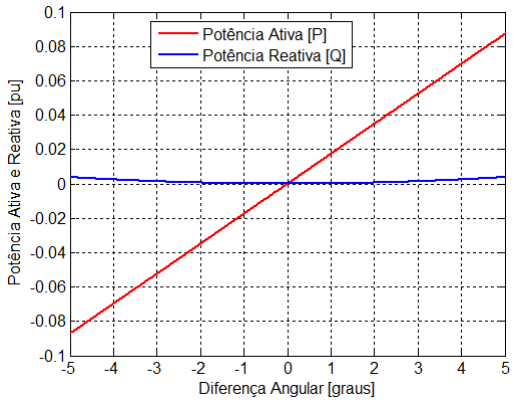


Figura 2 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n , em Função de sua Diferença Angular, para $R \ll X$.

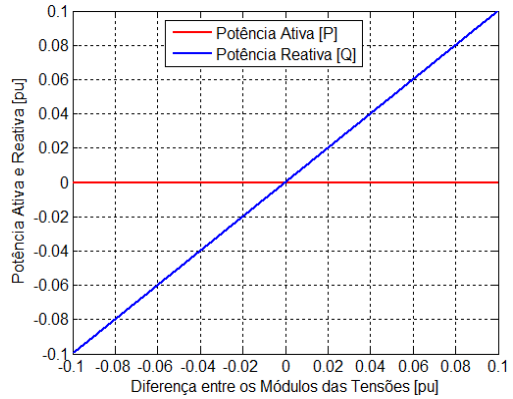


Figura 3 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n , em Função da Diferença entre seus Módulos de Tensão, para $R \ll X$.

Por meio da Figura 2, é possível constatar que uma pequena abertura angular entre as barras (em torno de zero graus) provoca um significativo fluxo de potência ativa e praticamente nenhum fluxo de potência reativa. Por outro lado, por meio da Figura 3 é possível constatar que uma

ISSN 1809-3957

pequena diferença de tensão entre as barras provoca um significativo fluxo de potência reativa e praticamente nenhum fluxo de potência ativa. Assim, pode-se dizer que, quando $R \ll X$, a potência ativa está acoplada a $\theta_m - \theta_n$ e que a potência reativa está acoplada a $|\dot{V}_m| - |\dot{V}_n|$.

A Figura 4 e a Figura 5 mostram o gráfico dos valores de potência ativa e reativa que fluem entre as barras m e n , em função de suas diferenças angular e de módulos das tensões, para $R \gg X$.

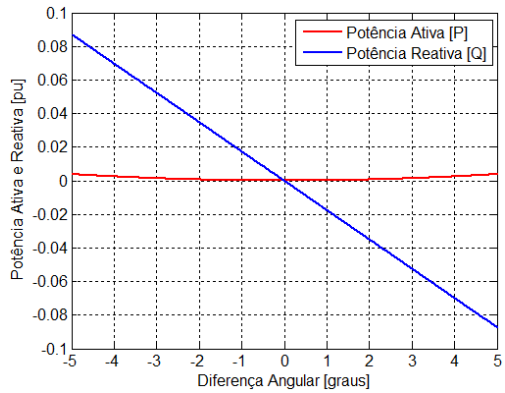


Figura 4 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n , em Função de sua Diferença Angular, para $R \gg X$.

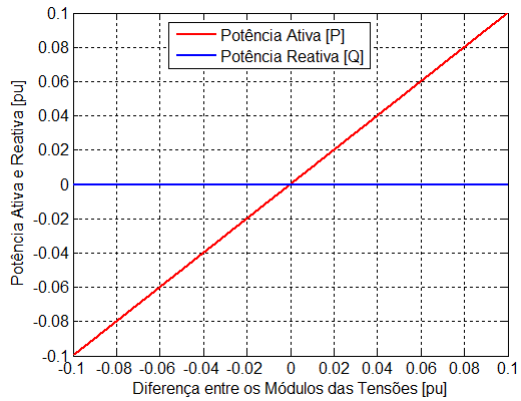


Figura 5 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n , em Função da Diferença entre seus Módulos de Tensão, para $R \gg X$.

Por meio da Figura 4, é possível constatar que uma pequena abertura angular entre as barras (em torno de zero graus) provoca um significativo fluxo de potência reativa e praticamente nenhum fluxo de potência ativa. Por outro lado, por meio da Figura 5 é possível constatar que uma pequena diferença de tensão entre as barras provoca um significativo fluxo de potência ativa e praticamente nenhum fluxo de potência reativa. Assim, pode-se dizer que, quando $R \gg X$, a potência ativa está acoplada à $|\dot{V}_m| - |\dot{V}_n|$ e que a potência reativa está acoplada à $\theta_m - \theta_n$.

As situações anteriores mostram casos ideais, nos quais há dominância total de uma das componentes da impedância da linha/rede. Em situações reais, a relação $\mathbf{R/X}$ está entre $\mathbf{0}$ e ∞ . A Tabela II mostra os dados de 3 redes de alimentação, em baixa, média e alta tensão (Kagan *et al.*, 2005; ONS, 2014).

TABELA II
DADOS DOS CONDUTORES REAIS AVALIADOS.

CONDUTOR	IMPEDÂNCIA PRÓPRIA [OHM/KM]	R/X	NÍVEL DE TENSÃO
954 MCM CAA	2,1925 + j34,0079	0,0645	500 kV
336,4 MCM CA	0,3577 + j0,6957	0,5141	13,8 kV
6 AWG CA	1,6082 + j0,9218	1,7447	0,22 kV

A Figura 6 e a Figura 7 mostram o gráfico dos valores de potência ativa e reativa que fluem entre as barras $\mathbf{m}$ e $\mathbf{n}$, em função de suas diferenças angular e de módulos das tensões, considerando condutor 954 MCM CAA, que possui relação R/X igual a 0,0645.

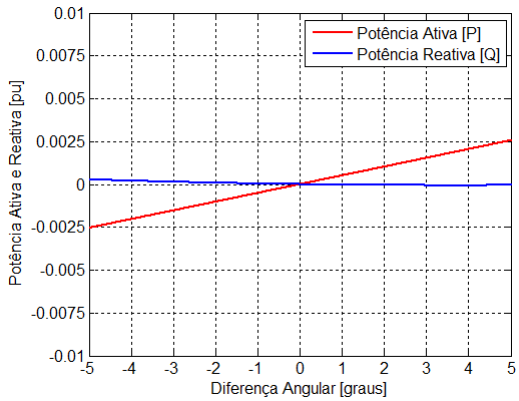


Figura 6 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n , em Função de sua Diferença Angular, Considerando um Condutor 954 MCM CAA.

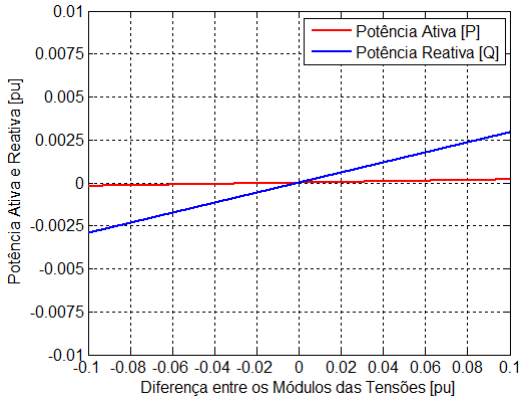


Figura 7 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n , em Função da Diferença entre seus Módulos de Tensão, Considerando um Condutor 954 MCM CAA.

A partir da Figura 6 e da Figura 7 é possível constatar que, devido ao reduzido valor de $\mathbf{R/X}$, o comportamento do circuito de 500 kV analisado se aproxima do ideal, mostrado na Figura 2 e na Figura 3, com o fluxo de potência ativa estando fortemente vinculado à $\theta_m - \theta_n$ e o fluxo de potência reativa fortemente vinculado à $|\dot{V}_m| - |\dot{V}_n|$.

ISSN 1809-3957

A Figura 8 e a Figura 9 mostram o gráfico dos valores de potência ativa e reativa que fluem entre as barras m e n, em função de suas diferenças angular e de módulos das tensões, considerando condutor 336,4 MCM CA, que possui relação R/X igual a 0,5141.

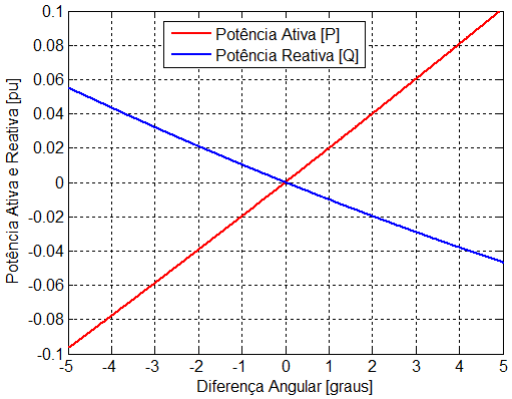


Figura 8 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n, em Função de sua Diferença Angular, Considerando um Condutor 336,4 MCM CA.

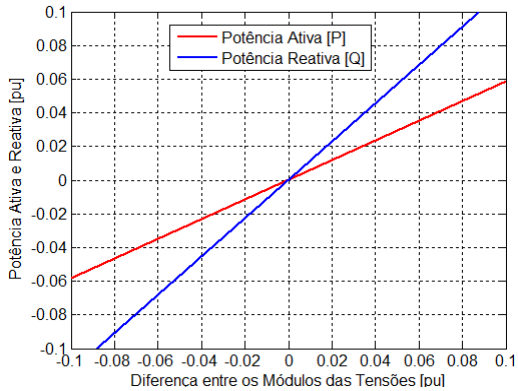


Figura 9 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n, em Função da Diferença entre seus Módulos de Tensão, Considerando um Condutor 336,4 MCM CA.

Variações na abertura angular provocam variações tanto na potência ativa quanto no fluxo de potência reativa, praticamente na mesma intensidade (Figura 8). Variações na diferença angular provocam maiores alterações no valor de potência reativa (Figura 9). Entretanto, as variações no fluxo de potência ativa ainda são significativas. Pode-se notar, portanto, que o acoplamento teórico fica prejudicado nesta situação.

A Figura 10 e a Figura 11 mostram o gráfico dos valores de potência ativa e reativa que fluem entre as barras m e n, em função de suas diferenças angular e de módulos das tensões, considerando condutor 6 AWG CA, que possui relação R/X igual a 1,7447.

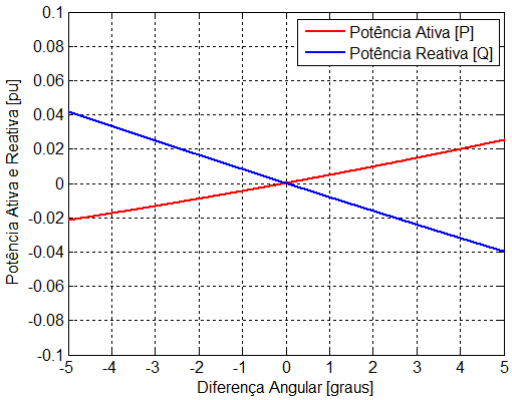


Figura 10 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n, em Função de sua Diferença Angular, Considerando um Condutor 6 AWG CA.

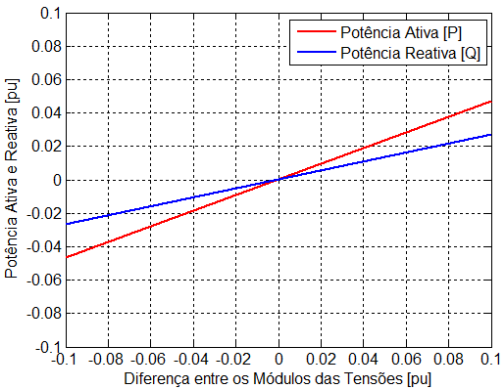


Figura 11 – Comportamento da Potência Ativa e da Potência Reativa que Flui entre as Barras m e n, em Função da Diferença entre seus Módulos de Tensão, Considerando um Condutor 6 AWG CA.

Por meio da Figura 10 é possível constatar que o acoplamento entre o fluxo de potência reativa e a $\theta_m - \theta_n$ aumentou, quando comparado com o circuito composto pelo condutor 336,4 MCM CA (a influência entre a $\theta_m - \theta_n$ e a potência ativa diminuiu). Por outro lado, é possível constatar que o acoplamento entre o fluxo de potência ativa e o $|\dot{V}_m| - |\dot{V}_n|$ aumentou (Figura 11), quando comparado com o circuito composto pelo condutor 336,4 MCM CA (a influência entre o $|\dot{V}_m| - |\dot{V}_n|$ e a potência reativa diminuiu).

Dentre os casos reais avaliados anteriormente, destacam-se os casos nos quais as unidades de geração são conectados à baixa e média tensão, diretamente. Nestas situações, o comportamento do fluxo de potência junto ao ponto de conexão pode ser exemplificado pela Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11. Entretanto, é preciso avaliar também o comportamento da tensão ao longo da redes de distribuição, de modo que não ocorra sobretensões na rede, devido ao forte acoplamento resistivo e a injeção de potência ativa. Para ilustrar o comportamento das tensões ao longo da rede, foi avaliada a conexão de uma unidade de geração de 500 kW à rede de baixa tensão de um circuito alimentador de 11,4 / 0,22 kV, cuja topologia é mostrada na Figura 12 (somente a rede de média tensão é exibida). O referido alimentador, denominado Alimentador #1, é urbano, com reduzido comprimento (4,5 km e 186 barras), conforme mostrado na Tabela III, e alta densidade de carga linear. Sua topologia é baseada no dados retirados de Donadel *et al.* (2009). O valor de 500 kW representa o valor

ISSN 1809-3957

de potência limite para conexão direta à rede de baixa tensão (Brasil, 2012).

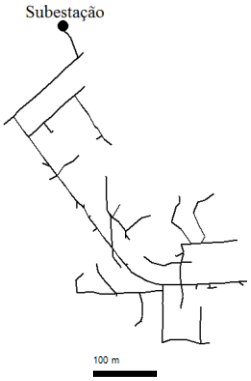


Figura 12 – Topologia do Alimentador #1.

TABELA III
DADOS DOS CONDUTORES UTILIZADOS NO ALIMENTADOR #1

DESCRIÇÃO DO CONDUTOR	EXTENSÃO DO CONDUTOR NO ALIMENTADOR #1 [M]
1/0 AWG CA	161
2 AWG CA	760
336,4 MCM CA	1.523
4 AWG CA	143
50 mm²	1.839

O impacto da conexão da unidade de geração foi mensurado nas barras de média tensão (a impedância do transformador MT/BT foi desprezada). Foram computados o menor e o maior valor de tensão, além da tensão na barra de conexão. Sem a conexão da unidade de geração, o menor valor de tensão foi de 1,0147 pu e o maior valor de tensão foi de 1,0200 pu (barra inicial do alimentador). Nesta situação, o valor de tensão na barra de conexão foi de 1,0151 pu. Considerando a conexão da unidade de geração o menor valor de tensão foi de 1,0162 pu, mantendo o maior valor de tensão em 1,0200 pu. Para este caso, o valor de tensão na barra de conexão foi de 1,0165 pu. Estes resultados indicam que as elevações de tensão provocadas pela conexão de unidades de geração não são suficientemente elevadas para provocar sobretensões acima dos limites legais na rede.

IV. CONCLUSÃO

Este artigo realizou um estudo do acoplamento existente entre fluxos de potência ativa/reativa e as variáveis de estado comumente utilizadas para caracterizar as redes de distribuição. Todas as análises foram realizadas perante a conexão de uma unidade de geração.

Os resultados permitiram caracterizar o comportamento do acoplamento para cada situação avaliada: $R \gg X$ e $R \ll X$. Os resultados permitiram também avaliar o comportamento da tensão ao longo de uma rede de distribuição baseada em alimentador real, que destaca-se devido ao forte acoplamento resistivo e a injeção de potência ativa. Os resultados indicaram que as elevações de tensão detectadas não são suficientemente elevadas para provocar sobretensões acima dos limites legais na rede.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil (2012). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - Módulo 3: Acesso ao Sistema de Distribuição, de 14 de Dezembro de 2012. Brasília.

Brasil (2012). Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de Abril de 2012. Brasília.

Donadel, C., J. Anicio, M. Fredes, F. Varejao, G. Comarela and G. Perim (2009). A methodology to refine the technical losses calculation from estimates of non-technical losses. *In Electricity Distribution - Part 1, 2009. CIRED 2009. 20th International Conference and Exhibition on*.

Grainger, J. J., J. William D. Stevenson and E. J. Robba (1994). Power System Analysis, *McGraw-Hill*.

Kagan, N., C. C. B. d. Oliveira and E. J. Robba (2005). Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. São Paulo, *Blucher*.

ONS (2014). Sistema de Informações Geográficas Cadastrais do SIN - SINDAT.

Sousa, A. C. R. d. (2011). Desenvolvimento de Estimação de Estados em Tempo-Real para a Rede de Distribuição. *Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ANÁLISE DA DISTORÇÃO HARMÔNICA NO CONVERSOR MULTINÍVEL MODULAR – MMC EM SISTEMAS DE MÉDIA TENSÃO

WEDER TÓTOLA NUNES[1,2]; LUCAS FRIZERA ENCARNAÇÃO[2]
1 – Instituto Federal do Espírito Santo 2 – Universidade Federal do Espírito Santo;
wtnunes@ifes.edu.br/wtnunes@yahoo.com.br; lucas@ele.ufes.br

***Resumo** – Com o passar do tempo, a qualidade de energia no sistema elétrico de potência tem sido tratada com maior rigor e seus usuários tem se tornado cada vez mais exigentes. No Brasil, a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica criou o PRODIST – Procedimentos de Distribuição que, entre outros temas, trata também dos índices de qualidade exigidos para o sistema elétrico nacional. Com os avanços na tecnologia de chaves semicondutoras de potência, cresce a quantidade de conversores de energia aplicados aos sistemas elétricos de potência ao mesmo tempo que se mantém a preocupação pela manutenção de bons índices de qualidade. Este trabalho analisa a qualidade da energia fornecida por conversores modulares multiníveis em sistemas de distribuição de média tensão.*

***Palavras-chave:** Conversor Multinível Modular – MMC, Distorção Harmônica, Sistema de Distribuição de Média Tensão.*

I. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por energia e os avanços tecnológicos na área de eletrônica de potência, os conversores de energia conquistaram, ao longo dos anos, novas posições no mercado, além dos tradicionais setores industriais e do sistema elétrico de potência. Ao mesmo tempo cresce a preocupação por um uso eficiente da energia elétrica e com melhores indicadores de qualidade.

Com o desenvolvimento de novos dispositivos semicondutores e o aumento da capacidade de potência para os existentes, as chaves semicondutoras, dos conversores de energia tradicionais (Holmes et al., 2003; Sharkh et al., 2014), começam a compor novas topologias de conversores, entre elas, a topologia dos conversores multiníveis (Rodrigues et al., 2009) e, recentemente, os conversores multiníveis modulares – MMC (*modular multilevel converter*) (Gao et al., 2011; Hagiwara et al., 2008; Yan et al., 2010; Das et al., 2011; Deng et al., 2014), proposto primeiramente por R. Marquard (Gao et al., 2011).

Um conversor multinível é um sistema de conversão de energia composto por um vetor de semicondutores de potência, IGBT's ou IGCT's, por exemplo, e fontes de tensão capacitivas que, quando conectada e controlada de forma apropriada, pode gerar formas de onda de tensão de múltiplos degraus com frequência, fase e amplitude controláveis. Para ser considerado um conversor multinível cada fase do conversor deve gerar pelo menos três diferentes níveis de tensão (Rodrigues et al.,2009).

Os conversores multiníveis, que apresentam características como a possibilidade de operar com tensões maiores, com reduzidas taxas de variação de tensão (dv/dt) e tensões com reduzidos componentes harmônicos, são considerados uma solução industrial para aplicações de até 30 MW que demandam alto desempenho dinâmico e qualidade de energia. Devido ao nível de potência alcançado por esta tecnologia, ela tem se tornado uma alternativa importante para ventiladores, compressores, bombas, drives para propulsão de navios, drives para tração de locomotivas, etc. Recentemente foram apresentadas novas soluções com seu uso em veículos elétricos, energia eólica, energia fotovoltaica, fontes ininterruptas de energia, compensação de energia reativa, etc. (Rodriguez et al., 2009; Rodriguez et al., 2012; Yazdani et al., 2010; Sen et al., 2009).

II. O CONVERSOR MMC

As topologias mais conhecidas de conversor multinível são: ponto neutro grampeado (NPC – *neutral point clamped*), capacitor flutuante (FC – *flying capacitor*) e ponte H em cascata (CHB – *cascade H bridge*), com fontes cc separadas. O conversor MMC é um novo tipo de conversor multinível composto por várias células *chopper* em cascata cujas fontes cc são independentes umas das outras. A tensão de saída é gerada pelo controle dos estados das chaves em cada célula *chopper*, podendo regular o nível da tensão de saída. A Figura 1 apresenta um conversor MMC com 8 módulos por fase.

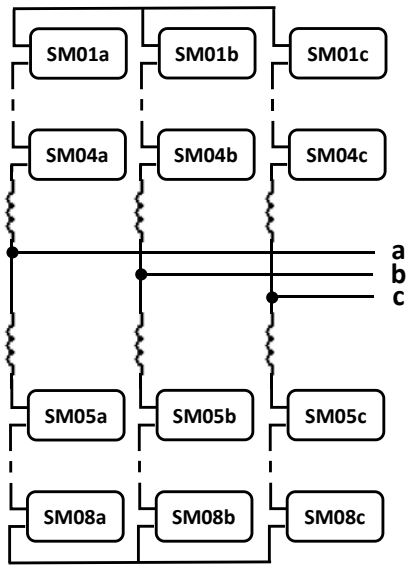


Figura 1 – Conversor Multinível Modular - MMC

ISSN 1809-3957

Cada módulo na configuração *chopper* é composto por duas chaves semicondutoras de potência e um capacitor que compõe o elo de corrente contínua. A Figura 2 apresenta a configuração de um módulo básico do conversor MMC.

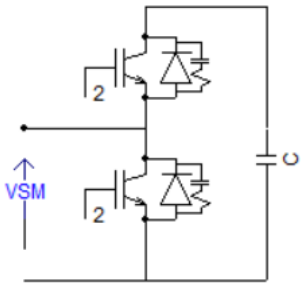


Figura 2 – Módulo básico do Conversor MMC.

Uma característica relevante do conversor multinível é a redução da injeção de componentes harmônicos à medida que sua tensão de saída apresenta maior número de níveis, ou seja, quanto maior o número de módulos por fase, maior o número de níveis na tensão de saída, o que significa que a forma de onda deste sinal estará cheio de pequenos degraus, fazendo com que esta forma de onda se apresente cada vez mais próxima da forma de onda senoidal desejada, na frequência fundamental do sistema. Quanto mais semelhante for a tensão de saída do conversor com uma onda senoidal, menor será o índice de distorção harmônica, do inglês *Total Harmonic Distortion* – THD (IEEE, 1993).

Assim, o aumento do número de módulos, que é necessário para aplicações com níveis de potência mais elevados, beneficia o sistema elétrico de potência com menor injeção de componentes harmônicos exatamente pelo fato de se proporcionar mais níveis à tensão de saída do conversor.

O número de níveis da tensão de linha de saída do conversor multinível está diretamente relacionado ao número de módulos existentes em cada fase do conversor. As expressões (2.1) e (2.2) permitem o cálculo do número de níveis para a tensão de fase e de linha a partir do número de módulos por fase do conversor. A partir dessas expressões pode-se chegar à conclusão de que um conversor com 4 módulos por fase terá 5 níveis para as tensões de fase e 9 níveis para as tensões de linha, por exemplo.

$$N_f = (M + 1) \quad (2.1)$$

$$N = (2.M + 1) \quad (2.2)$$

Onde:

N_f : número de níveis da tensão de fase do conversor.
N : número de níveis da tensão de linha do conversor.
M : número de módulos por fase do conversor.

III. ESTRATÉGIAS DE CHAVEAMENTO

Os algoritmos de modulação são classificados (Rodrigues et al., 2009) de acordo com a frequência média de chaveamento com a qual os conversores operam, ou seja, alta (≥1kHz) ou baixa. Entre os vários algoritmos podemos citar a modulação por largura de pulso, do inglês *Pulse-Width Modulation* - PWM para conversores multiníveis e algumas de suas variações. A Figura 3 apresenta um breve resumo e classificação das técnicas de modulação aplicadas ao conversor MMC.

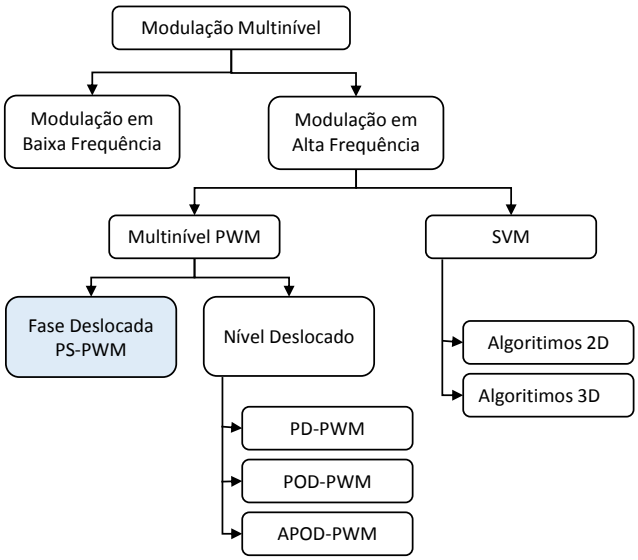


Figura 3 – Métodos de modulação para o Conversor MMC.

A PWM de fase deslocada - *Phase Shifted* (PS-PWM), por exemplo, é derivada da técnica PWM e especialmente concebida para as topologias de conversores FC e CHB. Sabendo-se que uma célula FC é um conversor de dois níveis e que cada célula CHB é um inversor de três níveis, as técnicas PWM tradicional bipolar e monopolar podem ser utilizadas, respectivamente. Cada célula pode ser modulada independentemente usando o mesmo sinal de referência devido à modularidade destas topologias. Uma vez que todas as células são controladas com mesma referência e mesma portadora triangular, a potência média atribuída a cada célula é igualmente distribuída.

A PWM de nível deslocado - *Level Shifted* (LS-PWM), destinada a inversores multiníveis e derivada na técnica PWM Bipolar, usa uma portadora triangular que é comparada à referência para se decidir entre dois níveis diferentes de tensão, normalmente a barra negativa ou positiva de um inversor fonte de tensão, do inglês *Voltage Source Inverter* - VSI, dando origem ao nome da técnica – nível deslocado.

Por ser uma técnica amplamente utilizada e apropriada ao conversor MMC, a técnica PS-PWM, evidenciada na Figura 3, foi a técnica escolhida e utilizada neste trabalho. A Figura 4 apresenta como ocorre a modulação do sinal nesta técnica, podendo-se observar a tensão de referência (VRA), a portadora triangular (Vtri5) e o sinal de disparo (G41S) aplicado ao IGBT superior do módulo 5.

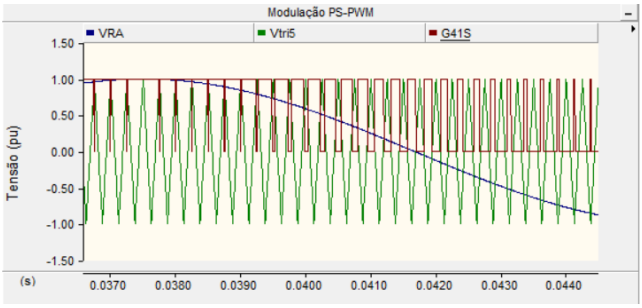


Figura 4 – Modulação PS-PWM para o Conversor MMC.

ISSN 1809-3957

O ângulo de defasagem entre as portadoras é calculado dividindo-se 360° pelo número de módulos existentes em cada fase. A Figura 5 apresenta as 8 portadoras de um conversor de 17 níveis, defasadas de 45°.

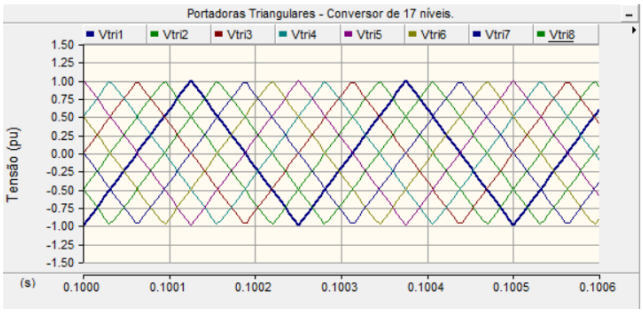


Figura 5 – PS-PWM – Portadoras do Conversor MMC de 17 níveis.

A frequência de chaveamento ou frequência da portadora triangular de cada módulo é definida em função da frequência do sistema elétrico de potência, sendo definida pelo menos dez vezes a frequência do sistema. Na modulação PS-PWM, a frequência final do conversor é dada pela expressão (3.1), sendo função do número de módulos por fase e da frequência da portadora.

$$F_{conv} = F_{ch} \,.\, M \qquad (3.1)$$

Onde:
F_{conv}: frequência final de chaveamento do conversor.
F_{ch} : frequência de cada portadora triangular.
M : número de módulos por fase do conversor.

A escolha da frequência de chaveamento (F_{ch}) deve ser cuidadosamente realizada de forma a se reduzir a presença de componentes harmônicos, sendo escolhida uma frequência múltipla de 3. Com o mesmo propósito, a frequência final de chaveamento (F_{conv}) deve ser um múltiplo inteiro da frequência do sistema elétrico.

IV. ESTUDO REALIZADO

Neste estudo, os conversores MMC utilizados possuem 4 e 8 módulos por fase, totalizando 9 e 17 níveis, respectivamente, para a tensão de linha de saída do conversor. O estudo foi realizado utilizando o PSCAD que é um software de transitório eletromagnético capaz de simular o sistema elétrico em estudo.

A qualidade da energia fornecida por conversores de energia multiníveis foi analisada através de seu índice de distorção harmônica apresentado. Para avaliar o conversor foram considerados como referência o Módulo 8 do PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (ANEEL, 2012) e o padrão 519 do IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE, 1993).

A análise foi realizada sobre a tensão de saída de fase de cada conversor por se considerar um sistema estrela aterrada. Foram avaliados os resultados antes e após a conexão do conversor MMC ao sistema elétrico de potência. As expressões (4.1) e (4.2) (ANEEL, 2012) são utilizadas para o cálculo das distorções harmônicas individuais, IHD, e totais, THD, respectivamente.

$$IHD_h\% = \frac{V_h}{V_1} \,.\, 100 \qquad (4.1)$$

$$THD\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{hmáx} V_h^2}}{V_1} \,.\, 100 \qquad (4.2)$$

Onde:
$IHD_h\%$ = distorção harmônica individual de tensão de ordem h.
$THD\%$ = distorção harmônica total de tensão.
V_h = tensão harmônica de ordem h.
V_1 = tensão fundamental medida.
$hmáx$ = ordem harmônica máxima.

Os valores recomendados pelo padrão PRODIST-Módulo 8 da ANEEL e o padrão 519 do IEEE são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Limites de Distorção Harmônica (ANEEL, 2012; IEEE,1993).

Limites Máximos de Distorção Harmônica (%)		
Tensão: 1 kV < V_n ≤ 13,80 kV		
	IHD	THD
ANEEL	*	8%
IEEE	3	5%

* A ANEEL considera valores diferentes para cada componente harmônica.

O padrão ANEEL, para a faixa de tensão nominal estudada, recomenda valores percentuais diferentes de IHD para cada componente harmônico, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Limites de Distorção Harmônica Individual (ANEEL, 2012).

Limites Máximos de Distorção Harmônica Individual (%)		
Tensão: 1 kV < V_n ≤ 13,80 kV		
Ordem Harmônica		IHD
Ímpares não múltiplas de 3	5	6
	7	5
	11	3,5
	13	3
	17	2
	19	1,5
	23	1,5
	25	1,5
	>25	1
Ímpares múltiplas de 3	3	5
	9	1,5
	15	0,5
	21	0,5
	>21	0,5
Pares	2	2
	4	1
	6	0,5
	8	0,5
	10	0,5
	12	0,5
	>12	0,5

Para o cálculo do THD, o padrão ANEEL especifica que sejam utilizados no mínimo 25 componentes harmônicos. O padrão IEEE especifica que o THD deve incluir até o 50° componente harmônico, excluindo-se os interharmônicos. Em função disso, as medidas de THD realizadas nesse trabalho terão, no mínimo, 25 componentes harmônicos. Ambos os padrões deixam claro que, se necessário, mais componentes harmônicos podem ser inseridos no cálculo do indicador.

ISSN 1809-3957

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema elétrico foi simulado acionando-se o conversor MMC após decorridos 0,25 s da energização do sistema com uma carga de 4 MVA com fator de potência de 0,866 indutivo. O objetivo dos conversores desse estudo é atuar como um STATCOM – *Static Synchronous Compensator* (Vivas et al., 2011; Adam et al., 2012; Hochgraf et al., 2007), controlando a tensão no barramento de carga, mantendo-a em 1,0 pu.

A Figura 6 apresenta a tensão de saída da fase (a) do conversor com 4 módulos por fase (5 níveis para tensão de fase e 9 níveis para tensão de linha), e a Figura 7 a saída do conversor com 8 módulos por fase, ambas as medidas realizadas antes da conexão do conversor ao barramento de carga.

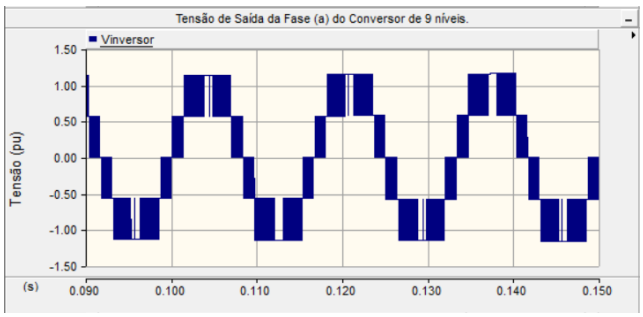


Figura 6 – Tensão de saída da fase (a) do conversor de 9 níveis.

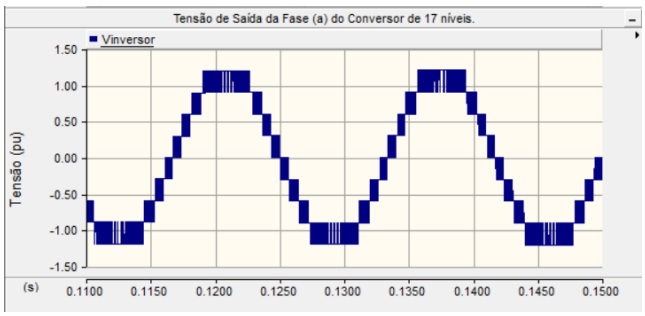


Figura 7 – Tensão de saída da fase (a) do conversor de 17 níveis.

As variáveis THD_{25} e THD_{50} foram definidas para representar o THD em função da quantidade de harmônicos utilizados para o cálculo do índice. O índice THD_{25} refere-se ao padrão ANEEL e o índice THD_{50} ao padrão IEEE.

A Tabela 3 apresenta um resumo das medidas de THD realizadas em ambos os conversores. É possível observar claramente que tanto os valores de THD_{25} quanto o THD_{50} são maiores para o conversor com menor número de níveis.

Tabela 3 – IHD e THD em função de F_{ch} nos conversores MMC.

Distorção Harmônica de Tensão - IHD (%) e THD (%)						
1 kV < VN ≤ 13,8 kV						
Padrão ANEEL: Tabelas 1 e 2 - Padrão IEEE: Tabela 1						
F_{ch} [Hz]	Conversor de 9 níveis			Conversor de 17 níveis		
	IHD_{max}	THD_{25}	THD_{50}	IHD_{max}	THD_{25}	THD_{50}
600	$11,90_{(45)}$	0,41	20,65	$0,34_{(49)}$	0,30	0,64
1020	$0,23_{(42)}$	0,56	0,78	$0,21_{(42)}$	0,32	0,52
2070	$0,27_{(36)}$	0,71	0,97	$0,20_{(49)}$	0,46	0,63

A Tabela 3 apresenta medições realizadas para os índices de IHD e THD em três frequências de chaveamento. Observa-se que apenas o conversor de 17 níveis atende aos dois padrões utilizados como referência, quando a frequência de chaveamento é de 600 Hz. O conversor de 9 níveis deixa de atender aos padrões ANEEL e IEEE no IHD_{max}, por apresentar o 45° harmônico com 11,90% e pelo THD_{50} superior ao padrão IEEE de 5%. A partir de 1020 Hz, o conversor de 9 níveis passa atender os dois padrões citados.

É possível compreender os valores obtidos de THD para os conversores entendendo o espectro de frequência apresentado nas Figuras 8 e 9. Observa-se, na Figura 8, um crescimento em torno do 40° componente harmônico que corresponde à frequência final de chaveamento do conversor de 9 níveis para a frequência de chaveamento de 600 Hz. À medida que se aumenta a frequência de chaveamento F_{ch}, desloca-se os harmônicos de frequência com maior amplitude para a direita, conforme apresentado na Figura 9, reduzindo-se o THD dentro de espectro de frequências escolhidas para compor referido índice.

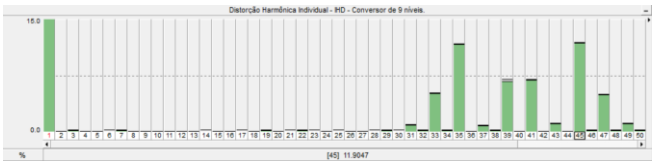


Figura 8 – IHD (%) – conversor de 9 níveis – F_{ch} = 600 Hz.

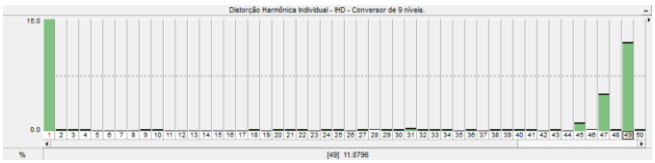


Figura 9 – IHD (%) – conversor de 9 níveis – F_{ch} = 810 Hz.

O efeito do chaveamento dos dispositivos semicondutores presentes nos módulos do conversor MMC pode ser observado na Figura 10, a partir de 0,25 s, após o conversor entrar em operação. É possível observar que a forma de onda no barramento de carga fica bem menos distorcida, apesar dos componentes harmônicos inseridos pelo conversor MMC.

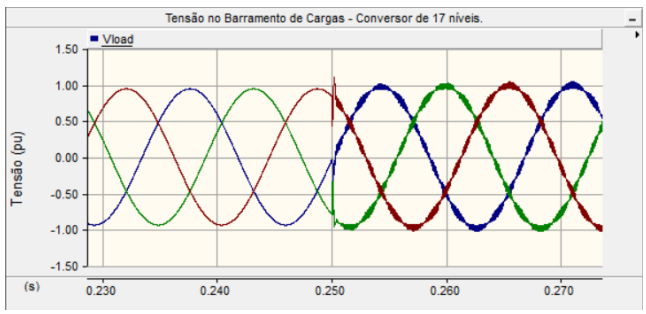


Figura 10 – Tensão no barramento de carga – conversor de 17 níveis.

A Tabela 4 apresenta um resumo da distorção harmônica total no barramento de carga para os conversores de 9 e 17 níveis, após os mesmos serem conectados ao sistema elétrico de potência. Os valores de THD são reduzidos em função da característica da carga utilizada, do indutor de acoplamento da saída do conversor e da fonte de tensão utilizada, sem a presença de harmônicos.

ISSN 1809-3957

Tabela 4 – IHD e THD após conexão ao barramento de carga.

Distorção Harmônica de Tensão - IHD (%) e THD (%) Após conexão do MMC ao barramento de carga						
1 kV < VN ≤ 13,8 kV						
Padrão ANEEL: Tabelas 1 e 2 - Padrão IEEE: Tabela 1						
F_{ch} [Hz]	Conversor de 9 níveis			Conversor de 17 níveis		
	IHD_{max}	THD_{25}	THD_{50}	IHD_{max}	THD_{25}	THD_{50}
600	$7{,}06_{(39)}$	2,03	15,48	$1{,}44_{(39)}$	0,98	3,33
1020	$2{,}21_{(43)}$	1,39	5,25	$0{,}22_{(19)}$	0,36	0,43
2070	$0{,}17_{(11)}$	0,26	0,30	$0{,}08_{(19)}$	0,15	0,17

Deve ser observado que o conversor de 9 níveis não atende aos padrões, após conectado ao sistema elétrico, para a frequência de chaveamento de 1020 Hz, devendo o mesmo ser implementado com frequência de chaveamento de 2070 Hz. Tanto o aumento quanto a redução das distorções estão associados a aspectos como cancelamento e outros fenômenos que tendem a reduzir os efeitos combinados de múltiplas fontes de harmônicos.

Os conversores MMC estudados, apesar de apresentarem diferentes níveis de tensão de saída, foram projetados para um mesmo nível de potência. Todos os parâmetros do sistema elétrico de potência foram mantidos, tais como tensão da fonte, impedância do sistema de distribuição e carga elétrica.

A frequência de chaveamento é um fator determinante para o THD e IHD de um conversor de energia e está associada à frequência do sistema elétrico de potência. Baixas frequências de chaveamento implicam em maiores valores de componentes harmônicos individuais dentro do espectro de frequências utilizadas para medição do THD. Aumentando-se o número de módulos por fase, aumenta-se a frequência final do chaveamento do conversor, o que colabora para menores índices de distorção harmônica.

Existem limites para a frequência de chaveamento dos dispositivos semicondutores. Quanto menor o número de níveis, maior deverá ser a frequência da portadora triangular para que as distorções fiquem dentro dos limites estabelecidos. Uma vantagem dos conversores multiníveis modulares é que, aumentando-se o número de módulos e, portanto, o número de níveis, pode-se reduzir a frequência de chaveamento e, consequentemente, reduzir as perdas por chaveamento.

Observando-se os padrões estudados, percebe-se que o padrão ANEEL é menos exigente que o padrão IEEE para o THD, conforme Tabela 1, mas mais exigente para o atendimento ao IHD, conforme Tabelas 1 e 2.

VI. CONCLUSÃO

Os conversores de energia multinível modulares possuem vantagens já conhecidas como a redução de perdas na transmissão da energia e melhora dos níveis de tensão elétrica no ponto de conexão, inclusive em aplicações de média tensão. Além das vantagens associadas à modularidade e flexibilidade também podem apresentar vantagens em termos de qualidade de energia quando estrategicamente selecionados. Para se atender aos padrões de componentes harmônicos pode-se optar por um conversor com menor número de níveis e, portanto, menor número de componentes, mas com a necessidade de um ou mais filtros para suprimir componentes harmônicos e atender aos padrões existentes ou selecionar um conversor com mais módulos para garantir um número mínimo de níveis tais que sejam atendidos os padrões de THD e IHD. Nesse caso, a viabilidade econômica é quem determinará qual solução técnica será implementada.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Holmes, D. G.; Lipo, T. “Pulse Width Modulation for Power Converters, Principles and Practice”. IEEE Press: New York, 2003.

Sharkh, Suleiman M.; Abusara, Mohammad A.; Orfanoudakis, Georgios I.; Hussain, Babar. “Power Electronic Converters for Microgrids”. IEEE - John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd. Singapore.2014.

Rodrigues, José; Franquelo, Leopoldo G.; Kouro, Samir; León, José I.; Portillo, Ramón C.; Prats, Ma Ángeles Martín e Pérez, Marcelo A. "Multilevel Converters: An Enabling Technology for High-Power Applications", Proceedings of the IEEE , vol.97, no.11, pp.1786-1817, Nov. 2009

Gao, Chun; Jiang, Jianguo; Yang, Xingwu; Xie, Liang; Cao, Kai. "A novel topology and control strategy of modular multilevel converter (MMC), "Electrical and Control Engineering (ICECE)”, 2011 International Conference on, vol., no., pp.967-971, 16-18 Sept. 2011

Hagiwara, M.; Akagi, H.; "PWM control and experiment of modular multilevel converters," Power Electronics Specialists Conference, 2008. PESC 2008. IEEE, vol., no., pp.154-161, 15-19 June 2008.

Yan, Zhao; Xue-hao, Hu; Guang-fu, Tang; Zhi-yuan, He; "A study on MMC model and its current control strategies," Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), 2010 2nd IEEE International Symposium on, vol., no., pp.259-264, 16-18 June 2010.

Das, A.; Nademi, H.; Norum, L.; "A Pulse Width Modulation technique for reducing switching frequency for modular multilevel converter," Power Electronics (IICPE), 2010 India International Conference on, vol., no., pp.1-6, 28-30 Jan. 2011.

Deng, Fujin; Chen, Zhe. "A Control Method for Voltage Balancing in Modular Multilevel Converters", Power Electronics, IEEE Transactions on, vol.29, no.1, pp.66,76, Jan. 2014.

Rodriguez, José; Cortés, Patricio. “Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives“. First edition, John Wiley & Sons, Ltd. 2012.

Yazdani, Amirnaser; Iravani, Reza.“Voltage-Sourced Converter in Power Systems”. John Wiley & Sons, Inc..New Jersey. 2010.

Sen, Kalyan K.; Sen, Mey Ling. “Introduction to FACTS Controller”. IEEE - John Wiley & Sons, Inc.. New Jersey. 2009.

IEEE Std. 519, IEEE Recommended Practices and Requeriments for Control in Electrical Power Systems, 1993.

ANEEL. “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST - Módulo

ISSN 1809-3957

8 – Qualidade de Energia Elétrica. Revisão 04. Vigência: 01/02/2012-.

Vivas, J.H.; Bergna, G.; Boyra, M.; "Comparison of multilevel converter-based STATCOMs," Power Electronics and Applications (EPE 2011), Proceedings of the 2011-14th European Conference on, vol., no., pp.1-10, Aug. 30 2011-Sept. 1 2011.

Adam, G. P.; Anaya-Lara, Giddani O.; Burt, G.; "Statcom based on modular multilevel converter: Dynamic performance and transient response during ac network disturbances," Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2012), 6th IET International Conference on, vol., no., pp.1-5, 27-29 March 2012.

Hochgraf, C.; Lasseter, R.H.;, "Statcom controls for operation with unbalanced voltages," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.13, no.2, pp.538-544, Apr 1998.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ANÁLISE QUALITATIVA DO CONVERSOR MULTINÍVEL MODULAR – MMC OPERANDO COMO COMPENSADOR SÍNCRONO ESTÁTICO EM SISTEMAS DE MÉDIA TENSÃO

WEDER TÓTOLA NUNES[1,2]; LUCAS FRIZERA ENCARNAÇÃO[2]
1 – Instituto Federal do Espírito Santo; 2 – Universidade Federal do Espírito Santo
wtnunes@ifes.edu.br/wtnunes@yahoo.com.br; lucas@ele.ufes.br

***Resumo** – A operação do sistema elétrico de potência requer sempre o controle da tensão em seus barramentos, que pode ser efetuado através do uso de diferentes equipamentos e em diversas topologias. Simultaneamente, o uso de conversores de energia como compensadores de reativos tem se tornado possível em sistemas de média tensão à medida que novas pesquisas estabelecem avanços para os dispositivos semicondutores de potência. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar o uso de um conversor multinível modular como compensador de reativos em um sistema de distribuição de média tensão.*

***Palavras-chave:** Conversor Multinível Modular – MMC, STATCOM, Sistema de Distribuição de Média Tensão.*

I. INTRODUÇÃO

O uso de conversores de energia em sistemas elétricos de potência vem aumentando nas últimas décadas, principalmente com o desenvolvimento de novos dispositivos semicondutoras e o aumento da capacidade de potência para os semicondutores existentes. No entanto, o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam que as chaves semicondutoras, componentes vitais na implementação dos conversores de energia, suportem maiores tensões elétricas reversas e conduzam correntes elétricas da ordem de centenas a milhares de ampères, não é tão rápido quanto sua demanda. Nesse contexto, as chaves semicondutoras, dos conversores de energia tradicionais (Holmes et al., 2003; Sharkh et al., 2014), começam a compor novas topologias de conversores, entre elas, a topologia dos conversores multiníveis (Rodrigues et al., 2009) e, mais recentemente, os conversores multiníveis modulares – MMC (modular multilevel converter) (Gao et al., 2011; Hagiwara et al., 2008; Yan et al., 2010; Das et al., 2011; Deng et al., 2014), proposto primeiramente por R. Marquard (Gao et al., 2011).

Por definição, conversores multiníveis são sistemas conversores de energia compostos por um conjunto de chaves semicondutoras, IGBT's ou IGCT's, por exemplo, e fontes de tensão capacitivas, conectadas de forma que seja possível gerar ondas de tensão senoidais com múltiplos degraus e com frequência, amplitude e fase controladas (Rodrigues et al.,2009). Os conversores multiníveis são considerados atualmente uma das soluções para sistemas industriais que demandam alto desempenho dinâmico e qualidade de energia, para potências de 1 a 30 MW. A facilidade para se operar com tensões maiores, reduzidas taxas de variação de tensão (dv/dt), tensões com reduzidas componentes harmônicas, tem feito do conversor multinível uma solução bastante atrativa.

Os conversores de energia podem ser utilizados em várias aplicações de diversos setores econômicos tais como o setor industrial, como drives para bombas e ventiladores, o setor de transportes, em embarcações, aeronaves e veículos elétricos, o setor de energias renováveis, na geração de energia eólica e fotovoltaica, no sistema elétrico de potência, como filtros ativos e compensadores síncronos estáticos, entre outros setores e aplicações (Rodriguez et al., 2009; Rodriguez et al., 2012; Yazdani et al., 2010; Sem et al., 2009).

II. O CONVERSOR MMC

Os conversores MMC, que diferem dos conversores tradicionais devido a sua modularidade, são compostos por várias células chopper em cascata, com fontes de tensão independentes umas das outras. A Figura 1 apresenta um conversor MMC com 8 módulos por fase.

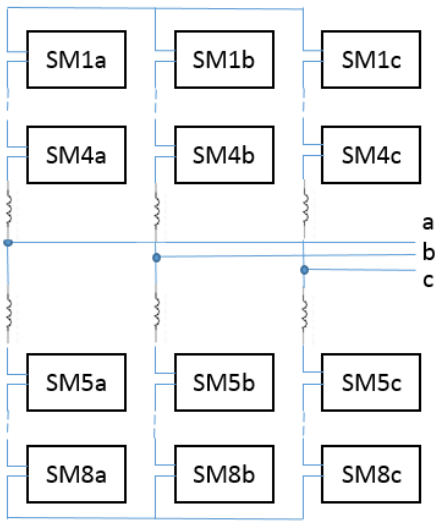


Figura 1 – Conversor Multinível Modular - MMC

ISSN 1809-3957

Cada módulo na configuração chopper é composto por duas chaves semicondutoras de potência, seus respectivos circuitos snubber, e um capacitor que compõe o elo de corrente contínua. A Figura 2 apresenta a configuração de um módulo básico do conversor MMC.

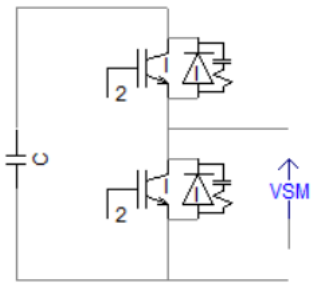


Figura 2 – Módulo básico do Conversor MMC.

Outra característica relevante de um conversor multinível é a redução da injeção de componentes harmônicos à medida que sua saída apresenta maior número de níveis. Aliado a esta característica, um maior número de níveis está associado a uma maior quantidade de módulos por fase, que é utilizado quando a aplicação requer maiores níveis para a tensão do sistema elétrico de potência ou menores índices de distorção harmônica, do inglês *Total Harmonic Distortion* – THD (IEEE, 1993). Dessa forma, o aumento do número de módulos que é uma necessidade para aplicações com níveis de potência mais elevados beneficia o sistema elétrico de potência com menor injeção de componentes harmônicos exatamente pelo fato de se proporcionar mais níveis à tensão de saída do conversor, fazendo com que esta tensão elétrica se aproxime cada vez mais do sinal senoidal em sua frequência fundamental.

Como já mencionado, o número de níveis da tensão de linha de saída do conversor multinível está diretamente relacionado ao número de módulos existentes em cada fase do conversor. Dessa forma, um conversor com 8 módulos por fase terá 9 níveis para as tensões de fase e 17 níveis para as tensões de linha, conforme expressões (2.1) e (2.2), respectivamente:

$$N_f = (M + 1) \quad (2.1)$$

$$N = (2.M + 1) \quad (2.2)$$

Onde:
N_f : número de níveis da tensão fase do conversor.
N : número de níveis da tensão de linha do conversor.
M : número de módulos por fase do conversor.

III. ESTUDO REALIZADO

O estudo foi realizado utilizando o PSCAD, software de transitório eletromagnético, que permite simular vários cenários para o sistema elétrico proposto. Esse sistema elétrico é apresentado na Figura 3.

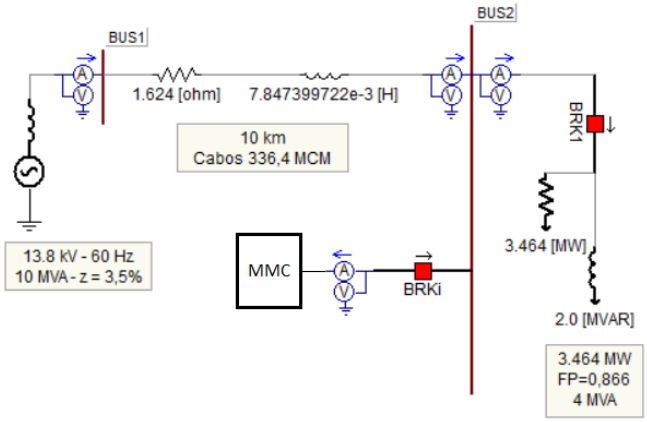


Figura 3 – Sistema Elétrico de Média Tensão

O conversor MMC utilizado é um conversor com 8 módulos por fase, totalizando 17 níveis para a tensão de linha de saída do conversor.

Neste artigo foi analisado o uso de um conversor de energia multinível em redes de média tensão, mais especificamente uma rede de 15 kV, atuando como um compensador síncrono estático – STATCOM (*Static Synchronous Compensator*) (Vivas et al., 2011; Adam et al., 2012). O resultado obtido deste compensador é função de sua especificação de controle, ou seja, de qual parâmetro da rede elétrica de distribuição se deseja controlar. O controle desse compensador (Hochgraf et al., 1998; Akagi et al., 2007) pode ter como referência o nível de tensão no barramento de carga, o fator de potência da carga ou, por exemplo, uma função otimizada para redução de perdas na transmissão. Neste trabalho foi utilizado como parâmetro a ser controlado o nível de tensão no barramento de carga. Dessa forma, o STATCOM proposto deverá efetuar o controle de injeção ou absorção de reativos no barramento de controle buscando alcançar o nível de tensão desejado no respectivo barramento.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema elétrico foi simulado acionando-se o conversor MMC após decorridos 0,2 s da energização do sistema com uma carga de 4MVA com fator de potência de 0,866. Em 0,4 s é adicionada uma carga de 2 MVA com fator de potência de 0,866, depois, em 0,6 s mais uma carga de 2 MW e, por último, em 0,8 s é retirada a carga de 2 MVA.

A Figura 4 apresenta a tensão de saída da fase a do conversor antes de inseri-lo no circuito através do fechamento do disjuntor BRKi (Figura 3), onde é possível verificar os 9 níveis de tensão obtidos em função do acionamento de seus respectivos módulos.

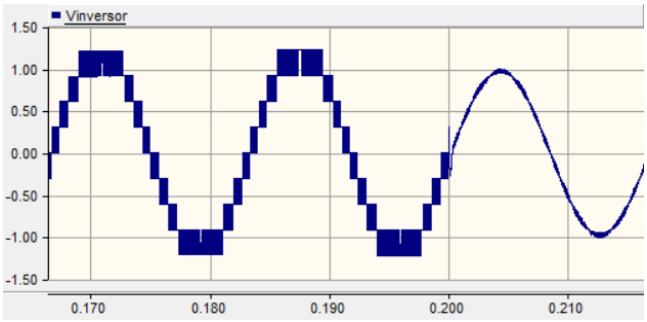


Figura 4 – Tensão de saída da fase a do conversor (pu).

Com o mesmo propósito, a Figura 5 é apresentada, evidenciando-se, no entanto, o número de níveis da tensão de linha do conversor que totaliza 17 níveis.

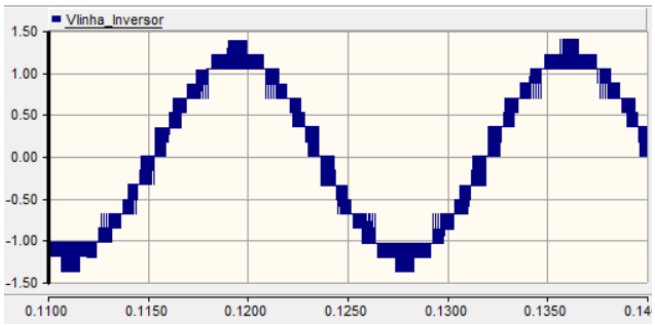


Figura 5 – Tensão de linha na saída do conversor (pu).

O objetivo imposto a este STATCOM é controlar a tensão no barramento de carga, denominada de Vrmsload, ou seja, manter a tensão em 1,0 pu. A Figura 6 apresenta as variações da tensão eficaz no referido barramento, onde é possível observar as oscilações de tensão quando ocorre a entrada de novas cargas (0,4 e 0,6 s) assim como a saída de carga (0,8 s). É possível observar que a tensão no barramento de carga, antes do conversor entrar em operação, está em 0,94 pu, e que após o conversor ser inserido ao circuito a tensão eficaz é restabelecida a 1,0 pu em aproximadamente 100 ms. Se a forma de onda da tensão for observada no barramento, percebe-se que esse tempo é de cerca de 3 ciclos.

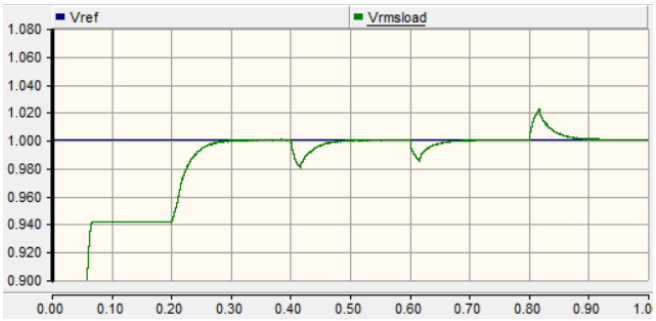


Figura 6 – Tensão eficaz no barramento de carga (pu).

Para elevar a tensão do barramento de carga, o conversor MMC precisa injetar reativos no ponto de conexão, para isso, precisa operar como um capacitor. A Figura 7 evidencia este comportamento apresentando a corrente do inversor adiantada de sua tensão em 90° elétricos.

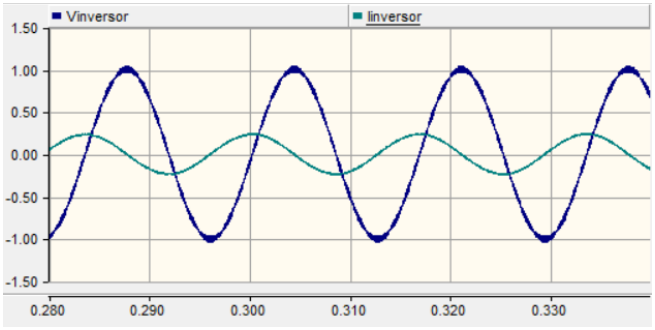


Figura 7 – Tensão e corrente de saída do conversor em pu (fase a).

O efeito do chaveamento dos dispositivos semicondutores presentes nos módulos do conversor MMC pode ser observado na Figura 8 a partir de 0,2 s, após o conversor entrar em operação. É possível observar que a forma de onde está muito pouco distorcida e o THD medido é de 0,43%.

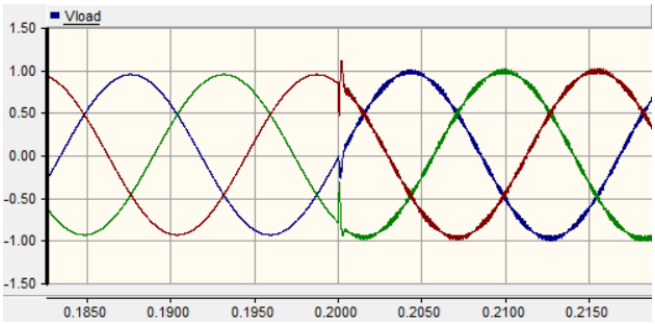


Figura 8 – Tensão no barramento de carga em pu

A perda de energia na rede de distribuição é outro parâmetro constantemente analisado e de grande importância. No sistema elétrico de potência analisado, as perdas elétricas sofrem redução de 3,94% para 3,71% após o conversor MMC entrar em operação, conforme (Kagan et al., 2009).

Alguns parâmetros como fator de potência da carga, nível de tensão no barramento fonte e carga bem como o comprimento do circuito são importantes e determinantes para a especificação do conversor. Quanto menor for a tensão no barramento de carga e quanto pior for o fator de potência do circuito, mais potência será exigida do conversor.

O conversor MMC atuando como um STATCOM efetua o controle adequadamente da tensão no barramento de controle e apresenta uma boa resposta dinâmica, respondendo rapidamente às variações de tensão no barramento, seja pela adição de novas cargas ou pela retirada de alguma pré-existente, injetando ou absorvendo reativos, conforme a necessidade.

V. CONCLUSÃO

A utilização do conversor MMC como um STATCOM em aplicações de média tensão é muito vantajosa, uma vez que agrega vantagens como aumento da capacidade de transmissão de energia, redução das perdas de transmissão, à medida que diminui a corrente do circuito alimentador, a compensação da energia reativa e, de forma indireta, melhora os níveis de tensão elétrica no barramento de carga.

Além dessas características, que podem ser obtidas também por outras soluções combinadas, a topologia do conversor MMC apresenta a possibilidade do uso de equipamentos de menores potências em função de sua modularidade, o que representa grande flexibilidade. Mesmo com o avanço no desenvolvimento tecnológico das chaves semicondutoras de potência, ampliando sua capacidade de condução de corrente elétrica e a capacidade de se submeter a maiores tensões reversas, a topologia MMC deve permanecer por muito tempo como uma solução factível. De fato, a topologia multinível modular apresenta duas características muito fortes que a mantém viva: a primeira associada a possiblidade de se trabalhar com maiores níveis de tensão baseando-se na modularidade e a segunda associada à qualidade de energia, cada vez mais exigida em todos os níveis do sistema elétrico de potência, utilizando-se vários módulos com o objetivo de se aumentar o número de níveis do conversor e, portanto, obter-se menores distorções na forma de onda da tensão com a consequente redução da presença de componentes harmônicos.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Holmes, D. G.; Lipo, T. "Pulse Width Modulation for Power Converters, Principles and Practice". IEEE Press: New York, 2003.

Sharkh, Suleiman M.; Abusara, Mohammad A.; Orfanoudakis, Georgios I.; Hussain, Babar. "Power Electronic Converters for Microgrids". IEEE - John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd. Singapore.2014.

Rodrigues, José; Franquelo, Leopoldo G.; Kouro, Samir; León, José I.; Portillo, Ramón C.; Prats, Ma Ángeles Martín e Pérez, Marcelo A. "Multilevel Converters: An Enabling Technology for High-Power Applications", Proceedings of the IEEE , vol.97, no.11, pp.1786-1817, Nov. 2009

Gao, Chun; Jiang, Jianguo; Yang, Xingwu; Xie, Liang; Cao, Kai. "A novel topology and control strategy of modular multilevel converter (MMC), "Electrical and Control Engineering (ICECE)", 2011 International Conference on, vol., no., pp.967-971, 16-18 Sept. 2011

Hagiwara, M.; Akagi, H.; "PWM control and experiment of modular multilevel converters," Power Electronics Specialists Conference, 2008. PESC 2008. IEEE, vol., no., pp.154-161, 15-19 June 2008.

Yan, Zhao; Xue-hao, Hu; Guang-fu, Tang; Zhi-yuan, He; "A study on MMC model and its current control strategies," Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), 2010 2nd IEEE International Symposium on, vol., no., pp.259-264, 16-18 June 2010.

Das, A.; Nademi, H.; Norum, L.; "A Pulse Width Modulation technique for reducing switching frequency for modular multilevel converter," Power Electronics (IICPE), 2010 India International Conference on, vol., no., pp.1-6, 28-30 Jan. 2011.

Deng, Fujin; Chen, Zhe. "A Control Method for Voltage Balancing in Modular Multilevel Converters", Power Electronics, IEEE Transactions on, vol.29, no.1, pp.66,76, Jan. 2014.

Rodriguez, José; Cortés, Patricio. "Predictive Control of Power Converters and Electrical Drives". First edition, John Wiley & Sons, Ltd. 2012.

Yazdani, Amirnaser; Iravani, Reza."Voltage-Sourced Converter in Power Systems". John Wiley & Sons, Inc..New Jersey. 2010.

Sen, Kalyan K.; Sen, Mey Ling. "Introduction to FACTS Controller". IEEE - John Wiley & Sons, Inc.. New Jersey. 2009.

IEEE Std. 519, IEEE Recommended Practices and Requeriments for Control in Electrical Power Systems, 1993.

Vivas, J.H.; Bergna, G.; Boyra, M.; "Comparison of multilevel converter-based STATCOMs," Power Electronics and Applications (EPE 2011), Proceedings of the 2011-14th European Conference on, vol., no., pp.1-10, Aug. 30 2011-Sept. 1 2011.

Adam, G. P.; Anaya-Lara, Giddani O.; Burt, G.; "Statcom based on modular multilevel converter: Dynamic performance and transient response during ac network disturbances," Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2012), 6th IET International Conference on, vol., no., pp.1-5, 27-29 March 2012.

Hochgraf, C.; Lasseter, R.H.;, "Statcom controls for operation with unbalanced voltages," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.13, no.2, pp.538-544, Apr 1998.

Akagi, H., Watanabe, E. H., Aredes, M., Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning, Wiley Inter-Science A Jhon Willey & Sons Inc., IEEE Press Series on Power Engineering, New Jersey, 2007.

Kagan, Nelson; Oliveira, Carlos César Barioni de; Robba, Ernesto João. "Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica". 2ª edição, Ed. Blucher. 2009.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS ENERGÉTICOS CASO DA USINA HIDRELÉTRICA DO CUBATÃO-SC

Adalberto de A. Barreto Fº[1]
1 – Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC;
adalberto.barreto@udesc.br

***Resumo** - A inexistência de índices de avaliação da eficiência global no planejamento e implantação de plantas de energéticos, especificamente naqueles de pequeno e médio porte – envolvendo sistemas energéticos renováveis – tem conduzido ao embargo de obras, protelação da expedição de licenças ambientais ou mesmo a indisponibilidade de energia em plantas já construídas. Buscou-se no trabalho desenvolvido, no âmbito de pesquisa/extensão, a determinação do uso de critérios e índices de avaliação global que, nos tramites de licenciamento, pudessem permitir a reavaliação da viabilidade em empreendimentos do gênero.*

***Palavras-chave:** Planejamento energético, sustentabilidade, eficiência energética, Usina Hidrelétrica do Cubatão-SC.*

I. INTRODUÇÃO

A importância da divulgação, decorrente de análises estruturais, de eventos envolvendo o descompasso entre os cronogramas de projeto, normas de projeto de engenharia específicos, os critérios de economicidade e eficiência energética, de um lado e de outro o regramento ambiental, torna-se marcantemente visível, sobretudo, nos casos de exorbitantes e continuados desperdícios. Tais como vem ocorrendo há alguns anos no Brasil – caso, por exemplo, das usinas eólicas instaladas na costa nordestina do Brasil que, embora concluídas, já em 2013, ainda estão – há meses – aguardando a disponibilidade de linhas de transmissão, LTs. Sem as quais não é possível a integração na rede elétrica da região (e, no caso dos sistemas de geração conectados à rede de suprimento nacional, Sistema Integrado Nacional, SIN, integrado a toda a matriz de suprimento energético do país). Não sendo estes, contudo, os únicos casos de desarranjos estruturais e normativos que negam a almejada eficiência global do sistema elétrico nacional – nem nos aspectos quantitativos, nem no que concerne à tipologia dos problemas de descompasso entre o planejamento e a realização do que se propõem os investimentos no setor. Consequência da desatualização das normas e os respectivos suportes jurídicos, com o que não só se tem postergado a inclusão de novas plantas energéticas, como embargado outras, desfalcando as projeções do crescimento da participação das energias renováveis - problemas estes usualmente conhecidos como 'entraves' ambientais. Diante do que, visando a definição de critérios mais amplos – que envolvam os parâmetros de eficiência energéticos, propriamente ditos, viabilidade econômica e mesmo oportunidade políticas – busca-se a definição de parâmetros mais consistentes para a análise dos novos empreendimentos energéticos sustentáveis. Aplicáveis, por exemplo, no caso dos planos e estímulos para a implantação de plantas para a realização de potenciais não convencionais ou em caráter de desbravamento primordial. Razão pela qual tem sido estruturados, e reestruturados, por organismos, agências e instituições internacionais, Índices e Indicadores de Sustentabilidade, voltados para uma avaliação e projeção de realização das oportunidades e potenciais de novos energéticos. Diante do que, no presente trabalho, através do estudo de caso da Usina Cubatão – projeto localizado na bacia do mesmo nome, na região nordeste do estado de Santa Catarina (na encosta leste da serra do mar) buscou-se iniciar um estudo – que se pretende continuado e de fôlego – de seleção, aplicabilidade e usos de indicadores diretamente aplicáveis no planejamento energético voltado para a busca da eficiência energética. Buscou-se, para tanto, na oportunidade representada pelo caso do embargo deste projeto, a perspectiva de definição e aplicação de indicadores globais de eficiência. Com o que, espera-se, possam ser viabilizados projetos hoje embargados – por problemas de licenciamento ambiental – de modo que seja possível vislumbrar um cenário mais promissor para os potenciais das PCHs, que, como no exemplo do caso tratado e, como recorrência, no estado de Santa Catarina, não se mantenha uma perspectiva tão sombria como a dos últimos anos, quando há mais de 12 anos não se licencia nenhum projeto de PCHs.

II. A UH CUBATÃO - SC

Ao identificar, selecionar e avaliar a aplicabilidade de indicadores de eficiência energética ampliada considerou-se os aspectos de viabilidade e sustentabilidade em – projetos de plantas energéticas de pequeno porte. Especificamente, verificar a aplicabilidade de indicadores selecionados para avaliar o desempenho e as perspectivas dos novos empreendimentos de energias renováveis, entre os mais relevantes, tanto no país, como no estado de Santa Catarina. A Usina Cubatão – SC foi definida como o universo de abordagem a ser utilizado para a identificação de indicadores aplicáveis. Desta forma, foram propostos os procedimentos:

- Seleção de indicadores e aplicação, num espaço delimitado de aplicação – o Brasil, numa abordagem mais geral e, especificamente, o estado de Santa Catarina, tomando como referência padrões nacionais de desempenho de sistemas energéticos em projetos ou em operação (Energia Eólica, PCHs e Hidrelétricas de Médio e Grande porte referenciais).
- Compilação de dados a serem realizados com o auxílio dos recursos das instalações da área no departamento origem do projeto de pesquisa, DEE/CCT/UDESC.

ISSN 1809-3957

- Elaboração de comunicações, publicações interativas com as atividades e ações no âmbito de Projetos de Extensão Universitária e divulgação, através de artigos que traduzam os resultados parciais ou indicativos de proposições a serem aplicadas como critérios ou metodologia de planejamento energético – bem com apresentação dos métodos e considerações levantadas e desenvolvidas durante o trabalho.

III. A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES

Indicadores de Eficiência Energética Consolidada são considerados, voltados para avaliação da viabilidade econômica e a sustentabilidade ambiental, que procuram relacionar estas dimensões – como orientadoras das definições e busca da quantificação. Quais sejam: os impactos, decorrentes da atividade de exploração energética e as formas de mitiga-los. A elaboração destes indicadores-ferramentas de análise tem sido objeto de dedicados estudos em diversos níveis da comunidade internacional dedicada ao tema. Diversos organismos internacionais, como agências e instituições de pesquisas da área, tem se dedicado à questão de formalizar indicadores que permitam relacionar os itens técnicos de eficiência energética com as variáveis e parâmetros econômicos. Conforme estudos dedicados e continuados, coordenados por diversa universidade e centros de pesquisa, no Brasil e no Mundo, o uso de indicadores tem propiciado a possibilidade de convergir muitos dados dispersos. A elaboração e uso de bases consolidadas de indicadores energéticos, por exemplo, vem sendo objeto de agências de âmbito internacional, como a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNDESA), a Agência Internacional de Energia (AIE), a Eurostat e a Agência Ambiental Europeia, AAE. A aplicação desta base consolidada de indicadores energéticos, denominadas de ISED (Indicators for Sustainable Energy Development) permitiu a montagem de uma estrutura paramétrica de indicadores, baseada nas inter-relações existentes entre eles – para que ações de resposta pudessem ser propostas no sentido de se alcançar os objetivos do processo de planejamento de uma maneira integrada.

Estudos mais específicos, dedicados à avaliação de unidades hidrográficas compreendidas por bacias permitem, através da sua ampliação e aplicação em bacias especificamente detentoras de potenciais para geração hidrelétrica (sobretudo das PCHs), fornecer parâmetros de avaliação de impactos relacionados com o uso energético. Estes estudos têm sido orientados no sentido de ocupar lacunas existentes nos levantamentos dedicados à avaliação dos aspectos de renovabilidade destes energéticos e buscam fornecer parâmetros de avaliação de impactos e benefícios - de forma que possam fornecer parâmetros para políticas governamentais e investimentos com maiores níveis de consistência na área.

O sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, aplicado às bacias hidrográficas, por exemplo, é uma ferramenta que auxilia na gestão dos recursos hídricos nas áreas das Bacias, e pode orientar o desenvolvimento de políticas ambientais que tenham como objetivo o acompanhamento e a manutenção das condições do meio natural.

O conjunto de ferramentas disponibilizados para a análise e identificação do problema da decisão de implantação de alternativas energéticas, no âmbito do PIR, é vasto e poderoso. Contudo, a indispensável etapa de simplificação, ou aproximação (arredondamentos, ou estimativas), sempre é usada – e em todas as dimensões do problema do planejamento. Seja na escala do nível de agregação de valores e variáveis numa abrangência nacional, ou na tomada de decisão ao nível regional ou de definição e escolha de plantas, discretas ou distribuídas, a serem construídas. Sofisticadas técnicas de otimização de funções objetivo são utilizadas, como restrições múltiplas, mono ou múltiplos objetivos; critérios de decisão de Pareto; processos de otimização linear combinados e com múltiplas etapas; critérios de decisão baseados no menor arrependimento; escalas de atribuição de atributos e pesquisas de opinião categorizadas, tipo Delphi, são utilizadas, por exemplo.

Contudo, questões que podem ser fundamentadas a partir dos dados disponibilizados pelas estatísticas e levantamentos oficiais – assim como os que podem ser complementados por estudos e levantamentos in loco, levantamentos e definições ao nível de planta (orientações e características oriundas do planejamento e prospecções regionalizados), têm permanecido em aberto. Segundo dados oficiais do Ministério das Minas e Energia, MME – Balanço Energético Nacional, 2011, os valores de emissões de gazes de efeito estufa evitados são computados como indicadores da participação e evolução das energias renováveis na Matriz Energética Brasileira. Mas, qual o significado relativo destes valores diante do potencial de contenção de emissão destes gases no Brasil? Da mesma forma, os dados utilizados para quantificar as vantagens e ganhos em programas como o PROINFA – relacionados à implantação de PCHs no país, que significado relativo possuem? Custos evitados de consumo de óleo diesel são igualmente anunciados, porém, relacionado a que potencial, para uma determinada região, ou localidade, que a mesma pode oferecer – em termos de redução do consumo de combustíveis não renováveis e poluentes?

Tais lacunas conduzem a uma necessária busca por prospecção de potenciais globais decorrente do uso combinado de múltiplas fontes, e da comparação entre alternativas – o que justifica e fundamenta os procedimentos de uso dos critérios e indicadores de eficiência global, conforme aqui se apresenta. Da mesma forma, a busca pela definição (estímulos e propostas de construção) de projetos e plantas referenciais é indispensável no processo de ampliação da participação de energéticos renováveis na matriz energética brasileira. A ausência ou indisponibilidade de fontes de dados e levantamentos físicos relacionados ao inventariamento de potenciais energéticos só podem ser sanados com a construção de projetos pilotos, tratados como referenciais e conduzidos com a participação ampla dos agentes envolvidos. Dentre os agentes que merecem destaque, além da própria comunidade – diante da receptividade aos recursos de acesso à informação e à educação – identifica-se, como das mais relevantes, as instituições de pesquisa alicerçadas em programas orientados, governamentais ou mistos (com participação da iniciativa privada). Os aspectos dinâmicos do planejamento envolvem, também, além do estímulo e construção de tais referenciais - de balizamento do desempenho energético e avaliação dos potenciais disponibilizáveis - o

ISSN 1809-3957

acompanhamento contínuo, necessário para os discretos e continuados ajustes de percurso.

Manuais de procedimentos de avaliação de impactos ambientais têm sido elaborados enfocando aspectos específicos, como os indicadores utilizados no Manual de Inventário Hidroelétrico das Bacias Hidrográficas. Indicadores tais como, Índice de Sustentabilidade – dos empreendimentos hidroelétricos, ISUH, ou das Linhas de Transmissão, ISULT – Índice de Sustentabilidade Ambiental, começam a serem usados no organograma de projeto destas plantas. Contudo, ainda são específicos e dedicados a apenas esta modalidade energética – devendo ser considerado que a sua metodologia de levantamento e aplicação, como critério de viabilidade ambiental, ou escalonamento, são plenamente válidos e passíveis de serem ampliados e adaptados para a avaliação de outros energéticos. De tais indicadores surgem procedimentos de avaliação – ainda incipientemente normatizados – tais como, Avaliação Ambiental Integrada, AAI, Avaliação Ambiental Distribuída, AAD, ao lado de normas de instrução, como Relatório Ambiental de Sustentabilidade.

São, ainda, dedicados e restritos aos aproveitamentos hidroelétricos e seus impactos – conquanto comecem a orientar a avaliação dos impactos de outros energéticos, como os parques eólicos. Da necessária ampliação do seu uso e a integração a uma abordagem que incorpore a eficiência energética, no nível da avaliação da oportunidade de investimento e o planejamento, decorrerá a prática de um planejamento integrado e dinâmico que propicie a busca efetiva pela máxima eficiência energética do sistema energético, tomado em sua totalidade.

IV. APLICAÇÃO DO FATOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL

Como primeira etapa do desenvolvimento da metodologia proposta, obteve-se a definição de um conceito: Fator de Eficiência Global de um dado energético, FEG, ou de um conjunto de energéticos (fontes de suprimento) – aplicável para sistemas não interligados a uma rede de suprimento, tal como a rede do Sistema Interligado Nacional, SIN; e Fator de Eficiência Conjunta Global, FEGC, para o suprimento de uma carga, ou sistema de consumo - composto de um determinado conjunto de consumidores interligados a uma rede convencional.

Orienta-se, como segunda etapa do procedimento metodológico proposto, a análise - através da definição de fatores de eficiência conjunto e a busca por sua quantificação - formulada para aplicação, primordialmente, em sistemas isolados, ou, parcialmente integrados à rede de suprimento elétrico convencional. Onde, objetivamente, os benefícios dos sistemas distribuídos são mais perceptíveis - assim como, por razão de escala, os impactos ambientais, são, em princípio, menores e mais facilmente quantificáveis. Com uma mudança de ênfase - através da ampliação e extensão do âmbito da metodologia - pode-se, igualmente, aplicá-la na análise e no planejamento de sistemas interligados à rede. Deste modo, após os devidos ajustes e adaptações de procedimentos, podem, também, serem submetidos à avaliação das suas eficiências conjuntas os sistemas renováveis de pequeno e médio porte interligados à rede de suprimento.

A ANEEL considera a disponibilidade das usinas hidrelétricas interligadas em cascatas, segundo a formulação (EPE, 2008):

$$GFh = GFlocal + BIcascata \quad (1)$$

Onde:

GFh = garantia física total da usina hidrelétrica "h"

GFlocal = garantia física das usinas interligadas em cascata à usina "h"

BIcascata = benefício indireto obtido nas usinas a jusante da usina h - decorrente da entrada do reservatório da usina hidrelétrica "h".

Já a garantia física para Usinas Eólicas, a energia física garantida, Garantia Física, é (EPE, 2008):

$$GF = \frac{\sum_{m=1}^{12} Em}{8760} \quad (2)$$

Onde:

- **E**m: compromisso firme de entrega de energia ao SIN declarado pelo agente, em cada mês "m" e em MWh, e que deve ser menor ou igual aos valores estimados de produção de energia apresentados na certificação da medição anemométrica.

A metodologia proposta neste trabalho utilizou de índices, entre os usualmente empregados nas análises técnicas e econômicas dos sistemas de geração e consumo de energia (de uso já consagrado nas disciplinas econômico-energéticas) - outros são reformulados - e alguns propostos, como adaptação de indicadores gerais. Dentre os propostos, mesmo que de alguma forma já tenham sido utilizados como ferramentas de avaliação de desempenho de sistemas energéticos, ressalva-se o uso proposto - através de uma formulação nova - que visa a determinação de índices de desempenho conjunto de sistemas energéticos. Alguns fatores também são utilizados:

- Custos-índices de referência, Cr, que se exprime em duas formas: De Energia, Cr*e*, medido em unidades monetárias/unidade de energia disponibilizada; ou, de Potência, Cr*p*, medido em unidades monetárias/unidade de potência disponibilizada. Utilizados como indicadores comparativos de viabilidade, ou oportunidade, entre sistemas de geração de energia.
- Fator de Integrabilidade, Fint, que mede a propriedade de complementação da energia suprida por um dado energético (representada pela sua curva de carga), em relação a outro, ou, ao conjunto das demais cargas complementares utilizadas - para o suprimento com fontes múltiplas – usada no suprimento do conjunto de cargas as quais esteja incorporado. A sua definição e uso visam obter uma modulação orientada para a uniformização da carga - máxima eficiência, ou F*cap* e F*car* mais próximos da unidade - ou, a conjugação dos fatores de capacidade e de carga simultâneos.
- Fator de Renovabilidade ou Reposição, F*ren*, que relaciona, primordialmente, numa avaliação quantitativa, os custos índices entre as fontes de energias alternativas renováveis disponíveis - correspondendo ao inverso da relação de custos índices típicos, ou seja, para um energético (alternativo ou substituto) - com custo índice, de potência ou energia, o dobro do custo índice de referência, corresponderia a um F*ren* = 1/2, ou F*ren* = 0,5 (aproximadamente, ou, ainda, um valor percentual relacionado que poderia vir a ser precisado, especificamente, e em campo, para cada sistema ou conjunto de suprimento/consumo considerado).

ISSN 1809-3957

Fator de Impacto Ambiental, F*imp*, que avalia os impactos, em termos de limitação de usos futuros de energia e custos de reposição ou eliminação de impactos indesejáveis. Correspondendo, em valor numérico relativo, inversamente proporcional aos impactos gerados pela substituição de um energético – por exemplo, duas vezes mais impactos representados por custos ambientais ou sociais (custos para evitar a poluição, recompor o ambiente ou realocar assentamentos humanos), corresponderiam a F*imp* = 0,5 - ou um valor aproximado de 0,5 a ser precisado com a avaliação criteriosa e específica para o dado conjunto de fontes supridoras e as alternativas, intercambiáveis, consideradas.

Buscou-se, assim, mesurar um Fator Eficiência Global, FEG, que envolve a viabilidade técnica e econômica, em nível de custos e disponibilidades correspondentes às tecnologias apropriáveis, correspondendo à atratividade global, oportunidades e ganhos líquidos de substituição ou de resultados a longo prazo e, também, o que incorporaria, também, um indicador, implícito, de Viabilidade Ambiental - medida dos impactos ambientais relacionados com o uso, isolado ou em conjunto, de um dado energético - comparada entre os diversos sistemas de suprimento energético.

O Fator de Eficiência Global de um conjunto de fontes supridoras isoladas, FEG - fontes não conectadas a uma rede elétrica convencional - portanto, seria do tipo:

$$\mathbf{F_{EG}} = [(\sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} f_{int(i)} \times f_{ren(i)} \times f_{imp(i)} \times P_{mf(i)}) \times \mathbf{T}/\text{Energia}] \quad (3)$$

Para **i** = 1, 2, ..., n.

Onde:

Pmf(i) corresponde à Potência Média, calculada num tempo "T", ou a energia assegurada[2] (ANEEL, 2005) de cada energético "i", que compõe o conjunto de fontes supridoras – não interligadas a uma rede elétrica convencional.

Daí, para sistemas de fontes renováveis distribuídas, como as PCHs e as usinas de geração Eólicas, sobretudo - pelo que representam em termos de potencial instalado ou já inventariado no país - interligados à rede, o Fator de Eficiência Global passaria a ser designado: Fator de Eficiência Global Conectado, ou do Conjunto definido pelo sistema de geração renovável distribuído conectado à uma rede de suprimento convencional, FEGC, que consideraria uma média ponderada, correspondendo os pesos às participações percentuais relativas entre o suprimento devido à rede convencional e o suprimento devido à(s) fonte(s) alternativa(s), ou, não-convencional(is).

Assim, pois:

$$FEGC = FEG(Sist.Integrado) \times \rho I + FEG(Rede) \times \rho R \quad (4)$$

Onde:
ρI e ρR, corresponderiam, respectivamente, aos pesos percentuais relativos de participação dos sistemas de fontes não convencionais, integrados, (ρI), e a participação da rede (ρR). Na definição da participação das fontes, em se tratando de um sistema de fontes, deve-se considerar, também, os fatores de cada fonte, ou, ainda, subsistemas de fontes e o fator de capacidade disponibilizada pela rede, decorrente dos fatores de capacidades individuais ou ao menor fator de capacidade, ou seja, a energia firme assegurada.

V. PROCEDIMENTOS DA ABORDAGEM

A Figura 1 ilustra em diagrama de blocos a abordagem adotada. Nela estão esquematizados os procedimentos utilizados na metodologia desenvolvida para aplicação dos índices de avaliação global, ou índices de eficiência global, que decorre da utilização dos fatores propostos e das equações vistas acima.

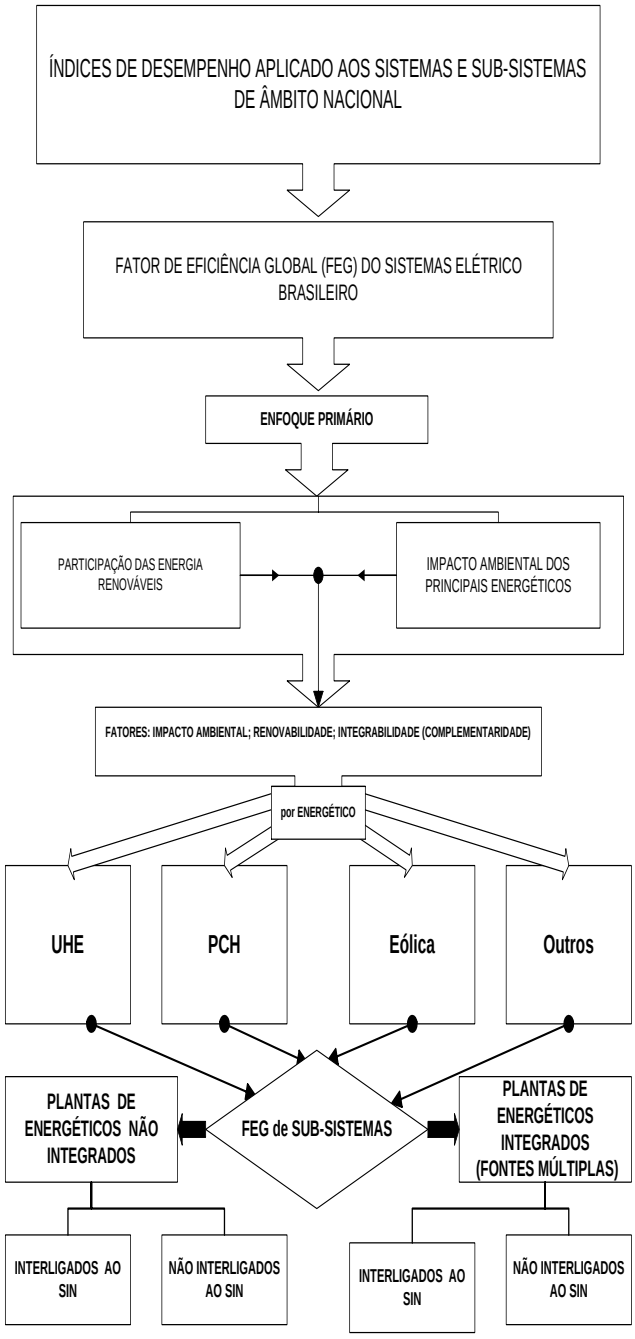


Figura 1 - Definição e aplicação dos fatores e índices de desempenho Global.

VI. CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento das atividades de extensão, o que abrange o período de março de 2013 até fevereiro de 2014, os levantamentos conduzidos no presente trabalho, além de propiciar uma atualização do tema, que

ISSN 1809-3957

corresponde à avaliação do projeto usina do Cubatão – contando com um bolsista de extensão, em regime de trabalho parcial, apresentado no encontro, IX Encontro de Extensão da UDESC e novembro de 2013 em Florianópolis – permitiu constar a necessidade da implantação de indicadores globais de sustentabilidade. No caso dos parques eólicos da costa nordeste do Brasil, observou-se que entraves junto ao projeto e licenciamento das linhas de transmissão acarretaram – e continuam acarretando, dado que a indisponibilidade de conexão das usinas eólicas persiste – prejuízos consideráveis. Caso não seja implantada uma metodologia de avaliação, já na etapa de planejamento da implantação de novas plantas, sejam de sistemas convencionais (como é o caso das grandes hidrelétricas, que já possuem um manual de inventário de exploração das bacias hidrográficas), ou alternativos e sustentáveis, como é o caso das PCHs e dos Sistemas Eólicos, entraves, embargos ambientais e indisponibilidade de entrega de energia em sistemas já concluídos se repetirão, senão, com crescentes agravantes. Daí a oportunidade realizada pelo trabalho em constatar esta lacuna no planejamento, conforme vem se praticando atualmente no país, bem como observar a necessidade de demanda continuada de ações, projetos e divulgação dos problemas com as perspectivas apresentadas de solução. Deste modo contribui para que, por fim, tais propostas de procedimentos de compatibilização de critérios - que envolvam índices de eficiência e eficácia globais - possam ser incorporados, não só às normas e critérios de planejamento, mas, também, no âmbito jurisprudencial, no que tange as normas de licenciamento.

No caso específico da Usina Cubatão, a projeção dos impactos decorrente do embargo do empreendimento correspondeu a repercussões em vários níveis da sociedade, diretamente, na região do empreendimento e indiretamente, através dos critérios de projetos postos em prática desde então. Trabalhos acadêmicos, em nível de mestrado e doutorado, bem como estudos promovidos por instituições e órgãos de regulamentação da implantação de usinas hidrelétricas de pequeno e médio porte foram realizados, dedicados a este empreendimento. Mesmo com a reformulação do projeto inicial, com perspectiva de continuidade, para algum desdobramento definitivo, o que esta ainda em trâmite – porém sem perspectiva considerável de licenciamento, sobretudo, por se localizar numa região de reserva ambiental permanente e objeto de proteção legal criticamente restritiva – corresponde à oportunidade de revisão dos critérios de projeto. O que é válido para outros empreendimentos, onde devem ser considerados indicadores consolidados e cruzados de desempenho - eficiência técnica de projeto, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental. A necessidade de identificar e aplicar os indicadores que permitam uma avaliação conjunta destes aspectos foi o que se constatou do trabalho, de modo que se possa realizar uma análise das potencialidades em faces dos limitantes ambientais e da exequibilidade do empreendimento. Donde, espera-se, possam ser definidos, selecionados e indicados os indicadores e índices de desempenho global – que possam vir a servir de critérios norteadores de projeto, juntamente com as questões técnicas e sócio-ambientais envolvidas.

Através da prospecção da documentação, relativa ao projeto da Usina do Cubatão, foi possível constatar no trabalho desenvolvido a interação do projeto com as questões aqui levantadas, no nível de acesso institucional disponibilizado pelos agentes envolvidos (institucionais: ANEEL; propositores/empreendedores: consorcio de construtores e concessionária envolvida - CELESC). Constatou-se que o projeto esta incluído nas demandas obstaculadas pelas questões de licenciamento ambiental - tal como muitos outros, com características similares ao desta usina. Especificamente, no que diz respeito ao dimensionamento, o projeto reformulado - que aguarda desdobramentos da apreciação dos órgãos de licenciamento ambiental - contempla uma redução em suas dimensões, capacidade energética e área de impactos envolvidos com a obra. A definição de Área de Proteção Ambiental no nível de inclusão em área Reserva de Mata Atlântica, é o maior obstáculo à obtenção do seu licenciamento. Contudo, os proponentes ainda mantêm o empenho em superar, num horizonte cronológico não definido, os entraves ao licenciamento e dar consequência ao projeto. Um resumo cronológico do caso estabelece em linhas gerais o desenvolvimento histórico do caso:

- Início da participação da UDESC - através da participação direta do coordenador, professor do quadro permanente do Centro de Ciência Tecnológicas, CCT, Departamento de Engenharia Elétrica - fins da década de 1990 (ano de 1999) e início deste milênio, com acompanhamento a partir dos anos 2000, 2001, 2009 e 2013 - participando de audiência pública de discussão do licenciamento ambiental na Câmara de Vereadores de Joinville e levantamentos em nível de pesquisa de doutorado, de 2009 a 2012 e atividade de extensão, em 2013. Constatou-se que a área abrangida pelas instalações projetadas (área inundada e instalações acessórias de barragens e casa de força) não estão inteiramente caracterizadas como de preservação ou isentas de atividades antrópicas. Constatou-se que já houve desmatamento e reflorestamento com espécies comerciais (Pinus). Através de levantamentos voltados para a atualização do tema - polêmico e estratégico, envolvendo órgãos, instituições governamentais e ONGs voltadas para o planejamento energético do país - constatou-se a necessidade de inclusão do tema como objeto permanente de estudos, pesquisas e atividades de extensão, relacionado com a promoção e realização dos projetos de PCHs. Tanto na área, na abrangência do estado de Santa Catarina, considerando também a sua importância energética e estratégica para toda a matriz energética brasileira, sobretudo, em seus impactos já para os para os próximos anos - ênfase dada para que tais energéticos possam voltar a incrementar a participação das energias renováveis na Matriz Energética Brasileira. Espera-se, com o que se constatou através dos levantamentos realizado e diante da atualidade do tema no planejamento energético do país (envolvendo agentes locais, como a CELESC e empresas da área de construção e equipamentos específicos) que uma revisão tanto da sistemática de avaliação ambiental, como da adaptação dos projetos às condições ambientais específicas se faça acompanhar de uma revisão da legislação na área.

Aplicados os procedimentos e critérios, no contexto do planejamento, projeto, avaliação, redimensionamento e licenciamento de Usinas Hidrelétricas, da mesma natureza e dimensão da Usina Cubatão - SC - e da mesma forma, para empreendimentos similares, seria possível viabilizar muitas plantas que hoje, ou se encontram embargadas, ou que não

ISSN 1809-3957

se encontram enquadradas nos critérios atualmente praticados pelo licenciamento do IBAMA. Desta forma, tornar-se-iam compatíveis com os critérios de sustentabilidade ambiental e, sobretudo, contribuindo para a ampliação da renovabilidade (preservação ambiental, redução de impactos, recomposição de áreas degradadas – uma vez criteriosamente levantados os impactos indesejáveis aos meios social e ambiental envolvidos). O que se traduziria na ampliação da participação das energias renováveis na Matriz Energética brasileira seja como potência firme ou complementar.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia – Cadernos Temáticos 3 – Energia Assegurada. Brasília: ANEEL. [Online]. 2005. Acesso em 15/02/2013.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resumo do Relatório de Acompanhamento de Estudos e Projetos. [Online]. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/ RELATORIO_RESUMO_SGH_30_03_11.pdf. 2011b. Acesso em: 06/05/2013.

BARRETO Fº, A. A.; SOUZA, T. M. "Planejamento Energético Dinâmico no Brasil: Expansão versus Diversificação da Matriz Energética". In 9th Latin-American Congress: Electricity Generation and Transmission. Mar del Plata: CLAGTEE. 2011.

BARRETO Fº, A. A.; SOUZA, T. M., Planejamento para o Suprimento Energético Sustentável: Implantação de Novas Tecnologias, Eficiência e Compatibilidade Ambiental - Estratégias, Eficiência e Impactos Ambientais, Anais do 37º COBENGE, Universidade de Pernambuco, Recife 2009a.

BARRETO Fº, A. A.; T. M. SOUZA, "Diversificação de Fontes – Otimização do Consumo". In: 8th Latin-American Congress on Electricity and Transmission – VIII CLAGTEE. São Paulo. 2009b.

ELETROBRÁS. Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT) - Potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia Hidrográfica. 2010 [Online]. Disponível em: http://www.eletrobras.com/elb/data/ Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm Acesso em 20/02/2011.

FERNANDES, K. "Denúncias atribuem danos ambientais a parques eólicos no Ceará". Especial-UOL Notícias, Ed. do dia 26/10/2009. Fortaleza – Ceará. [Online]. Disponível em: http://noticias.uol.com.br/cotidiano/2009/10/26/ult5772u5785.jhtm Acesso em 09/03/2013.

TOLMASQUIM, M. T., Novo Modelo do Setor Elétrico, Brasília: Synergia/EPE 2011. 320p.

TONIN, D. Rios da região sul são 'povoados' pelas PCHs, Jornal: Diário de Cuiabá, Ed. 13009, publicado em: 15/05/2011. Disponível em: http://www.diariodecuiaba.com.br/detalhe.php?cod= 392765.

UOL NOTÍCIAS - Jornal Folha de São Paulo, Falta de linhas de transmissão atrasa operação de 34% dos parques eólicos (acesso em 20/12/2013). http://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/12/20/falta-de-linhas-de-transmissao-atrasa-operacao-de-34-dos-parques-eolicos.htm#fotoNav=5.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O autor é o único responsável pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

CONVERSOR BOOST QUADRÁTICO COM CÉLULA DE COMUTAÇÃO SUAVE

MIKAEL N. F. OLIVEIRA; LÚCIO R. BARBOSA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL
mikael.n.f.oliveira@gmail.com
lbarbosa@uel.br

***Resumo** - Este artigo apresenta a aplicação de uma célula de comutação suave em uma topologia de conversor elevador de tensão, com alto ganho estático, que pode ser aplicado em fontes alternativas para a produção de energia renováveis. O objetivo é reduzir as perdas por comutação a fim de obter-se um melhor rendimento do conversor e uma tensão de saída real o mais próximo possível da teórica, o conversor utilizado para isso é o Boost Quadrático e a célula de comutação suave é composta por um MOSFET (chave de comutação,) um indutor, um capacitor e um diodo, que juntos formam um circuito ressonante, esse circuito tem a finalidade de proporcionar a chave principal uma tensão e corrente nula no momento em que ela passa do estado de não condução para condução, eliminando assim as perdas por interferências eletromagnéticas, resultando em um Conversor Boost Quadrático com um alto nível de eficiência energética.*

***Palavras-chave:** Boost Quadrático, Célula de comutação suave, circuito ressonante, ZVS, ZCS.*

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos conversores CC-CC chaveados tem alavancado diversos setores da tecnologia aumentando assim sua gama de aplicabilidade [1], destacando-se principalmente em fontes alternativas para a produção de energia elétrica como: energia solar e energia de células combustíveis, pois os mesmos geram energia com baixíssimos níveis de tensões, sendo assim necessária a elevação dessas tensões para níveis comerciais [2]. As pesquisas em cima dessa área se desenvolveram nos últimos trinta anos atingindo resultados extraordinários, sempre buscando uma melhor eficiência energética, maiores ganhos estáticos, melhores densidades de potência e redução de componentes.

Já existem varias topologias na literatura, porém, algumas mais simples apresentam problemas que abrem um leque para o desenvolvimento de novas pesquisas a fim de melhorar esses circuitos e seus rendimentos.

Nesse artigo será estudada e analisada uma determinada topologia, conhecida como Conversor Boost Quadrático, que possui a vantagem de apresentar um elevado ganho de tensão, pois o mesmo varia com o quadrado da razão cíclica de sua chave de comutação, basicamente ela é a associação de dois conversores Boost comum em cascatas, ou seja, um na sequência do outro fazendo com que o ganho final da tensão seja o produto do ganho em cada estágio.

Porém aumentando o número de etapas de conversão de energia também há um aumento nos componentes que trazem percas para o sistema, contudo a topologia apresentada nesse trabalho o conversor Boost Quadrático apresenta a integração de alguns componentes redundante, sendo assim com um único semicondutor a razão cíclica para ambos os níveis é idêntica, aumentando a eficiência do mesmo.

Na eletrônica de potência geralmente são utilizadas altas frequências de chaveamento que possibilita uma alta densidade de potencia, nessa topologia essa alta freqüência aumenta a interferência eletromagnética (EIM) pelo fato de essa comutação ser feita abruptamente com elevada tensão e corrente na chave.

Para eliminar ou minimizar essa percas é necessários realizar a comutação com uma tensão e corrente nula na chave do conversor que é chamada na literatura de comutação em zero tensão (ZVS) e zero corrente (ZCS) [3]. Nesse trabalho foi aplicada uma célula de comutação suave a fim de possibilitar uma comutação em (ZVS) e (ZCS) e consequentemente obter uma redução nas percas por (EIM), após a conferência dos resultados simulados foi possível observar um ótimo resultado o que possibilitou aplicar no conversor uma alta frequência de chaveamento aumentando assim a densidade de potência do mesmo e a eficiência energética da topologia.

II. TOPOLOGIA PROPOSTA

O desenvolvimento dos conversores chaveados só foi possível devido ao também desenvolvimento dos semicondutores, que são os dispositivos fundamentais na eletrônica de potência, pois funcionam como chaves automáticas que possibilitam um controle em relação à carga e descarga dos elementos de filtros como os indutores e capacitores [4]. O primeiro semicondutor acionado por um gatilho desenvolvido foi o *tiristor*, isso ocorreu na década de 60 foi quando também surgiram os primeiros conversores de tensão, já na década de 70 foi desenvolvido o *MOSFET*, que possibilitou o chaveamento em altas frequências aumentado assim a densidade de potência desses conversores e permitindo a redução no tamanho dos elementos de filtro, dessa forma foi possível aliar alto nível de transferência de energia e circuitos menores e menos pesados para esses conversores.

ISSN 1809-3957

O conversor elevador mais utilizado é o Boost Fig. 01, pois se trata de uma topologia simples e com baixo número de componentes, porém o seu ganho é limitado, principalmente para razões cíclicas acima de 0,7 devido as perdas por condução.

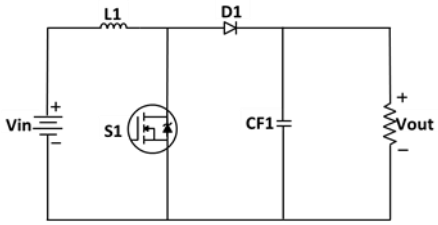


Figura 01 – Topologia do conversor Boost.

Para melhorar esse e outros fatores foi desenvolvida uma topologia que funciona com a associação de dois conversores Boost em séries Fig. 02, ou seja, a saída do Boost 01 (primeiro estágio) é a entrada do Boost 02 (segundo estágio). Dessa forma foi possível obter um maior ganho de tensão, fazendo com que não haja a necessidade de trabalhar com razões cíclicas muito elevadas, sendo assim as perdas por conduções podem ser reduzidas.

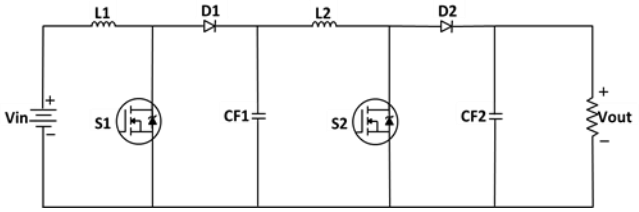


Figura 02 – Topologia do conversor Boost em série.

A dificuldade dessa topologia é que seu circuito é volumoso, sendo necessárias duas chaves semicondutoras para realizar os ciclos de conversão de energia corretamente, porém foi apresentado um novo circuito para esse conversor onde foi possível eliminar um dos semicondutores trocando o mesmo por um diodo, surgindo assim o conversor Boost Quadrático [5] Fig. 03, sendo que as duas etapas de conversão são moduladas pela razão cíclica de apenas uma chave.

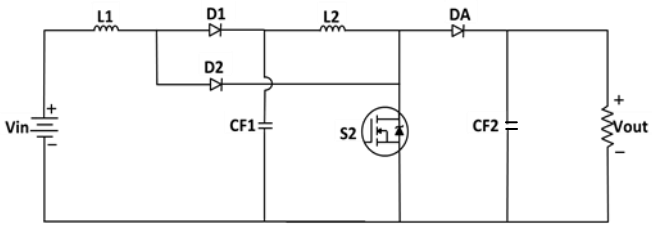


Figura 03 – Topologia do conversor Boost Quadrático.

Como já foi exposto, outro fator que é fundamental quando se fala de conversores CC-CC é a frequência com que a chave é comutada, alta frequência de chaveamento foi possibilitada com o desenvolvimento de semicondutores com alta capacidade de condução e bloqueio, esses semicondutores são conhecidos como MOSFET cuja sua frequência de operação pode chegar na casa dos MHz, toda via quando se trabalha com altas frequências existe uma sobrecarga nas chaves e perdas eletromagnéticas (EIM), para resolver esses problemas existem algumas técnicas que já foram aplicadas em conversores Boost e até mesmo nos Boost Quadráticos, porém apresentam limitações de carga e dificuldade de controle.

Este trabalho propõe a utilização de uma célula de comutação suave conforme apresentado na referência [7] no conversor Boost Quadrático, e analisar os benefícios que isso pode agregar a topologia. A célula de comutação suave é composta por uma chave, um indutor e um capacitor tendo todos características ressonantes Fig. 04.

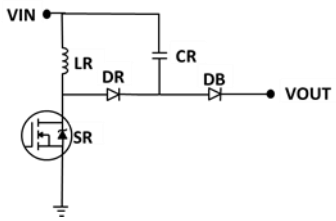


Figura 04 – Esquemático da célula de comutação Suave.

A utilização da célula de comutação suave no conversor Boost Quadrático Fig. 05 permitirá que a chave principal (S1) seja comutada com uma tensão nula (ZVS) e também uma corrente igual a zero (ZCS), ou seja, S1 terá comutação suave, dessa forma a chave não sofrerá esforços para conduzir e deixar de conduzir corrente elétrica, fazendo com que as perdas por comutação sejam eliminadas.

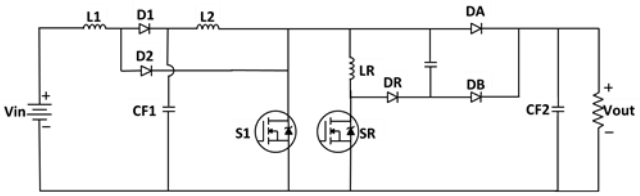


Figura 05 – Topologia do conversor Boost Quadrático com a célula de comutação Suave.

Também foi necessário o acréscimo de uma chave auxiliar em série com o diodo D2 Fig. 06. Essa chave terá a função de evitar que haja condução desse diodo na etapa de ressonância, o que faria com que surgisse uma corrente na chave principal durante sua comutação, impossibilitando uma comutação com corrente nula (ZCS).

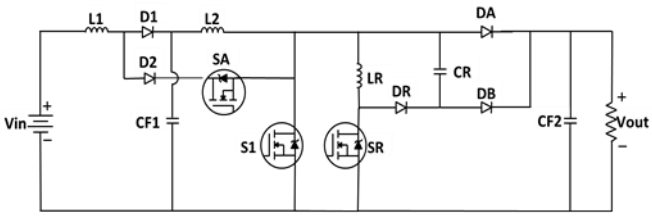


Figura 06 – Topologia do conversor Boost Quadrático com a célula de comutação Suave.

Sendo assim, essa é a configuração final do conversor que será analisado nesse trabalho.

III. ANALISE QUALITATIVA

A seguir será realizada a análise qualitativa do conversor. Esse estudo é realizado para um ciclo (T) de operação sendo que esse ciclo é determinado pela frequência de operação do mesmo segundo a equação (3.1).

ISSN 1809-3957

$$T = \frac{1}{f} \qquad (3.1)$$

Para o projeto desse conversor foi utilizado uma frequência de $100kHz$, dessa forma o tempo de cada ciclo T é igual a $10us$, e todas as etapas de funcionamento descrito abaixo se repete em cada fase:

1º Etapa (T1).

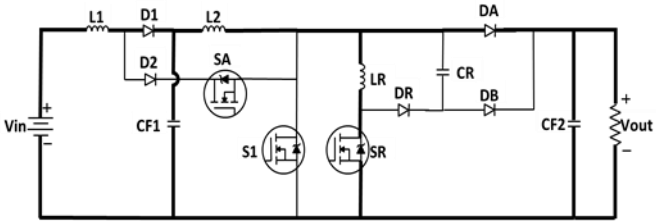


Figura 07 – Primeira etapa de funcionamento.

A primeira etapa de funcionamento Fig.07 começa quando a chave ressonante (SR) é fechada, dessa forma a corrente no indutor ressonante (LR) cresce linearmente até que o mesmo seja igual à corrente no indutor dois (L2), quando a corrente no indutor ressonante se iguala a corrente em L2 o diodo DA é bloqueado encerrando assim a primeira etapa. Nessa fase a chave principal S1 e a chave auxiliar SA permanecem todo o tempo abertas.

2º Etapa (T2).

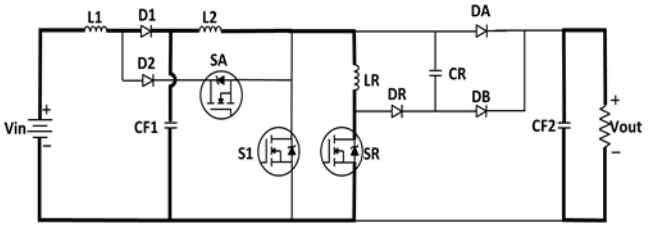


Figura 08 – Segundo etapa de funcionamento.

Essa etapa inicia quando a corrente em L2 se iguala a corrente em LR, dessa forma DA é bloqueado Fig.08; a chave auxiliar (SA) permanece aberta para evitar que o diodo D2 conduza, que faria com que o conversor tivesse problemas em seu funcionamento. LR permanece carregado com uma corrente constante, é quando inicia o estagio de armazenamento de energia no indutor L2.

3º Etapa (T3).

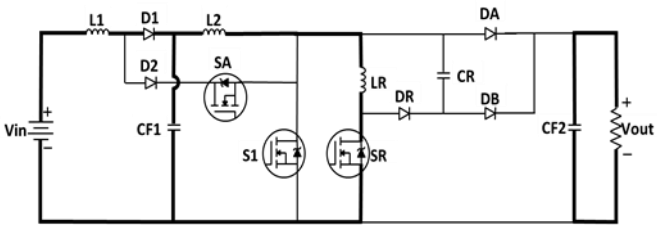


Figura 09 – Terceira etapa de funcionamento.

A terceira etapa de funcionamento Fig.09 começa quando a chave principal (S1) é fechada em zero de tensão (ZVS) e zero de corrente (ZCS), fazendo com que as perdas eletromagnéticas por comutação (EIM) sejam mínimas.

4º Etapa (T4).

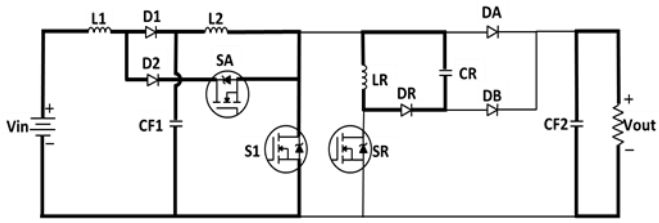


Figura 10 – Quarta etapa de funcionamento.

Essa fase tem inicio quando SR é aberto e inicia a etapa de ressonância entre LR e o capacitor ressonante (CR) Fig.10, quando SR deixa de conduzir S1 assume toda a corrente do conversor, ou seja, corrente de L1 e L2, já a corrente acumulada em LR é descarregada em CR, que por sua vez armazena essa energia em forma de tensão.

Também SA passa a conduzir, pois para evitar que houvesse corrente em S1 no momento em que ele entrou em condução na etapa anterior foi necessário que SA estivesse aberto, portando assim que a etapa anterior ocorreu foi dado um tempo para que SA voltasse a conduzir, dessa forma é possível garantir ZCS na chave principal, pois somente nessa quarta etapa que o diodo D2 volta a conduzir e desse modo a corrente do indutor um (L1) e o indutor dois (L2) flui por S1.

Estagio de armazenamento de energia em L1.

5 º Etapa (T5).

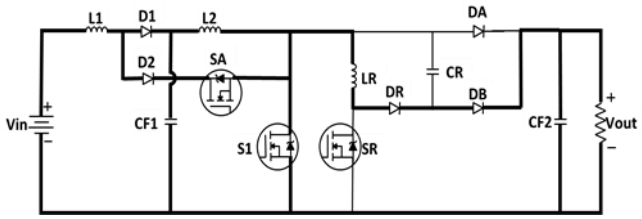


Figura 10 – Quinta etapa de funcionamento.

Quando a tensão no capacitor ressonante atingir seu pico, esta será grampeada pelo diodo DB e pela chave S1 Fig. 10, sendo assim a tensão se estabilizará; caso o indutor SR ainda possuir energia o mesmo entregará para a carga através de DB.

6º Etapa (T6).

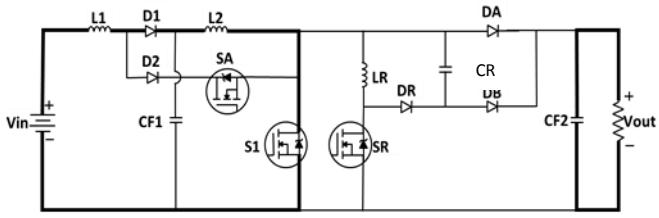


Figura 11 – Sexta etapa de funcionamento.

Na sexta etapa, a tensão no CR estará estabilizada no seu pico máximo, caso LR ainda tenha carga este continuara

ISSN 1809-3957

transferindo a mesma para a carga através de DB, caso contrário somente haverá a armazenamento de energia por parte do indutor L2 através de S1 Fig.11.

7º Etapa (T7)

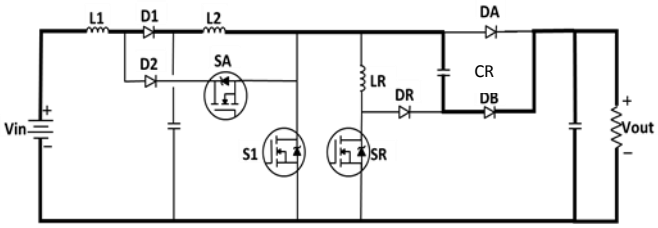


Figura 12 – Sexta etapa de funcionamento.

Essa fase se inicia quando a chave S1 é aberta no modo ZCS, logo após o capacitor ressonante começa a descarregar de forma linear sobre a carga através de DB até atingir seu nível mínimo Fig.12. Após a sétima etapa todo o ciclo começa novamente.

Abaixo são demonstradas de forma gráfica as principais ondas do conversor Fig. 13.

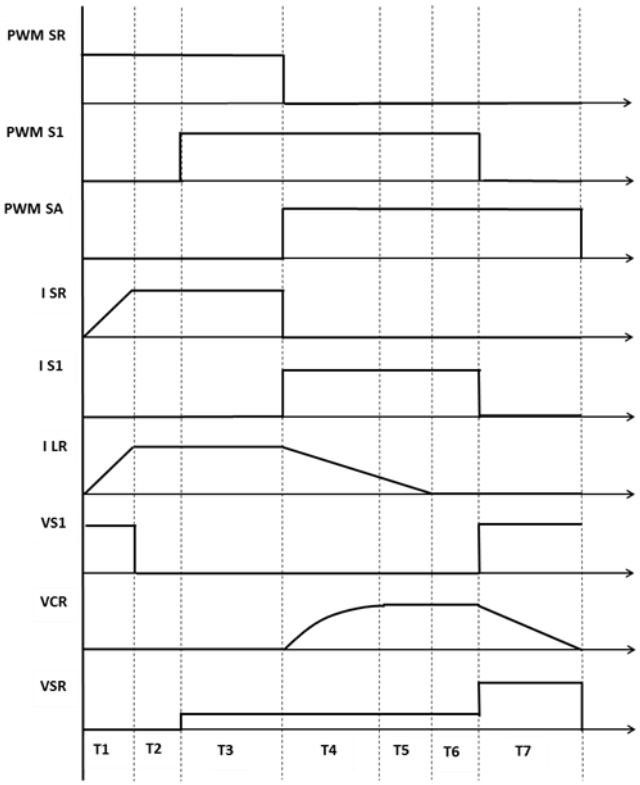


Figura 13 – Principais formas de ondas teóricas do conversor.

IV. ANÁLISE MATEMÁTICA

A chamada razão cíclica do conversor (D) é determinada pela relação entre o tempo em que a chave S1 fica ligada (Ton) em relação ao tempo de um ciclo de operação (T) dado na equação (3.1), dessa forma a razão cíclica é definida na equação (4.1) como:

$$D = \frac{Ton}{Toff} \qquad (4.1)$$

Já o ganho estático é a relação entre a tensão de saída V_{out} em relação à tensão de entrada V_{in}, equação (4.2).

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}} \qquad (4.2)$$

Para o conversor em questão esse ganho estático pode ser definido pela multiplicação do ganho em cada estágio, expressão (4.3).

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(\frac{1}{1-D}\right)^2 \qquad (4.3)$$

Também o cálculo dos indutores ($L1, L2$) pode ser feito utilizando a equação (4.4), sendo a relação do produto da tensão de entrada com a razão cíclica pelo produto da corrente do indutor (ΔI) com a frequência de chaveamento.

$$L1, L2 = \frac{V_{in}.D}{\Delta I.f} \qquad (4.4)$$

O cálculo da ondulação relativa normalizada (ΔI) é dado pela equação (4.5), onde ρ é o valor escalar da porcentagem máxima de ripple aceito pelo indutor e I_{in} a corrente de entrada do mesmo;

$$\Delta IL = \rho . I_{in} \qquad (4.5)$$

O cálculo do capacitor do filtro de saída ($CF1$) do primeiro estágio de conversão é definido na equação (4.6), sendo que I_{out} e V_{out} estão relacionados ao estagio de conversão.

$$CF1 = \left(\frac{I_{out}}{f.\Delta VC}\right)\left(\frac{V_{out} - V_{in}}{V_{out}}\right) \qquad (4.6)$$

As ondulações da tensão no capacitor (ΔVC) e apresentado na expressão (4.7) onde σ é o valor escalar da porcentagem máxima de ripple aceito.

$$\Delta VC = \sigma . V_0 \qquad (4.7)$$

Para realizar os cálculos do circuito ressonante é necessário determinar a freqüência de ressonância utilizando-se de uma relação de freqüências mostrada na função (4.8).

$$F_R = 12.5 \times F_s \qquad (4.8)$$

Também é necessário assumir com base em [07] as relações (4.9) e (4.10) que possibilitará a determinação dos valores tanto do indutor ressonante como do capacitor.

$$\alpha = \frac{I_{in}}{V_{out}} \times \sqrt{\frac{Lr}{Cr}} \qquad (4.9)$$

$$\omega r = \frac{1}{\sqrt{LrCr}} = 2\pi FR \qquad (4.10)$$

ISSN 1809-3957

O valor de α deve ser escolhido de modo a proporcionar ao projeto uma redução dos picos nas correntes na chave.

V. SIMULAÇÃO

Com o intuído de verificar a eficácia da topologia e comprovar a metodologia de projeto foi feita a simulação de funcionamento da mesma, para isso foi utilizado de ferramentas computacionais, ou seja, um software para comparar as ondas teóricas com as simuladas, para montagem do circuito foi utilizados componentes reais o que fez com que os dados adquiridos fossem o mais próximo da realidade possível e a tabela 1. Apresenta todos os dados referentes aos componentes utilizados.

O circuito simulado já foi apresentado no item II (topologia proposta) Fig.06, e a Fig. 14 mostra como ficou o layout dessa topologia montado no software.

Tabela 1 – Lista de Componentes

Lista de Componentes

Componentes	Simulação
Chaves de comutação (S1,SR e SA)	IRFP460
Indutor Boost I (L1)	559uF
Indutor Boost II (L2)	1,8uF
Capacitor de Filtro (CF1)	680uF
Capacitor de Filtro (CF2)	100uF
Indutor Ressonante (LR)	15uF
Capacitor Ressonante (CR)	20uF
Indutor Ressonante (LR)	100uF
Diodos Ressonantes (DR e DB)	MUR1520
Diodo de comutação auxiliar (D2)	MUR1520
Diodos de saída Boost I e II (D1 e DA)	MUR1520

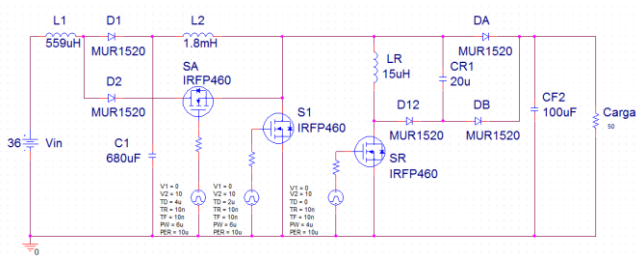


Figura 14 – Topologia simulada.

A tensão de entrada foi definida como sendo a somatória da associação série de três painéis solares de 12 V e a potência de cada painel de 134 W. Para a simulação foi adotado uma razão cíclica de 0,6.

Dessa forma para um tensão de saída esperada de 225V é possível observar na Fig.15 que obteve-se aproximadamente 222V.

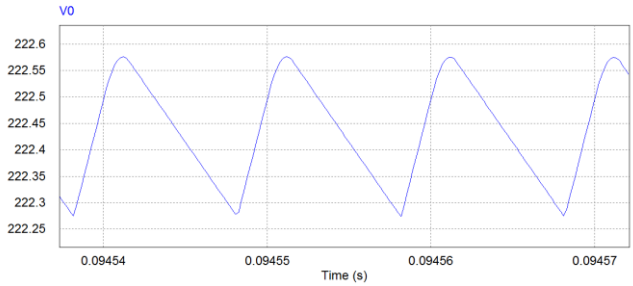


Figura 15 – Tensão de saída do conversor.

Também é possível observar na Fig.16, que quando a chave S1 passa a conduzir a tensão e a corrente neste instante é zero, possibilitando assim a comutação suave.

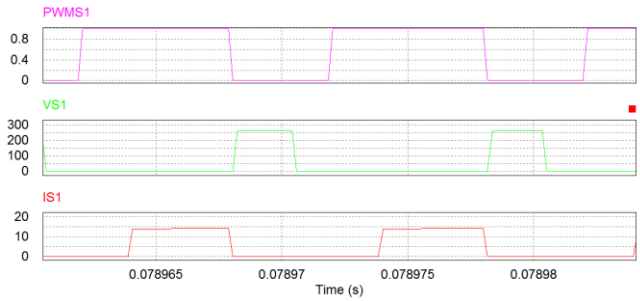


Figura 16 – PWM, corrente e tensão em S1

Já na Fig.17, pode-se observar à corrente L1 e L2, sendo que L1 é superior a L2 e a ondulação em ambos é de aproximadamente 3%, sendo exatamente o que foi definido na parte teórica.

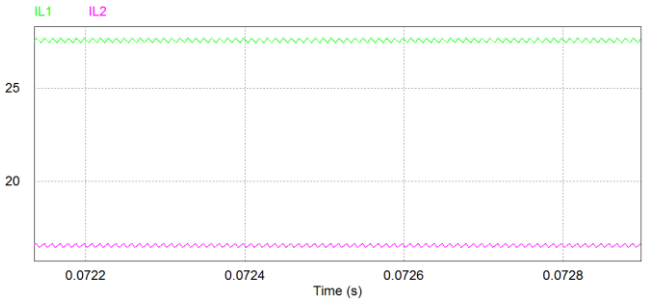


Figura 17 – Corrente em L1 e L2.

Também a tensão do primeiro estágio de conversão é demonstrado na Fig.18, sendo de 60V.

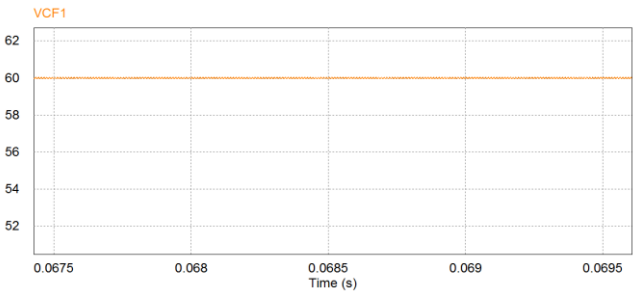


Figura 18 – Tensão de saída do primeiro estágio de conversão.

Por fim na Fig.19 temos as formas em LR e CR, onde se percebe que no momento em que LR começa a descarga é o momento em que CR passa a armazenar energia.

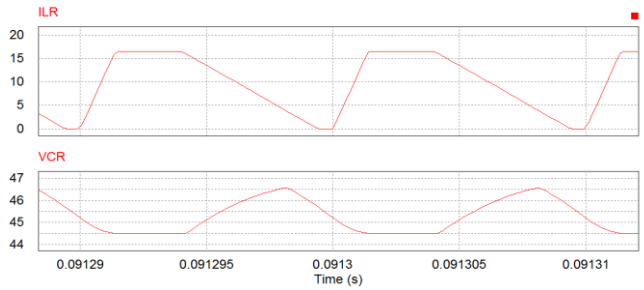


Figura 19 – Corrente e tensão respectivamente no indutor e capacitor ressonante.

VI. CONCLUSÃO

A técnica utilizada neste estudo comprovou com excelentes resultados a funcionalidade do conversor Boost Quadrático, confirmando assim o seu alto ganho estático. Também provou o bom funcionamento da célula de comutação proposta, mostrando de forma gráfica na simulação a comutação em ZVS e ZCS, dessa forma foi possível eliminar grande parte das perdas por interferência eletromagnética (EIM), alcançando assim um valor da tensão de saída no software bem próximo do valor teórico.

Entretanto é possível aplicar nessa topologia uma alta frequência de chaveamento, que possibilitará a este uma maior densidade de potência na saída do conversor, com isso pode-se concluir que o objetivo inicial desse trabalho foi alcançado apresentando dessa forma um conversor com alto ganho estático e baixas perdas por comutação o que resulta em uma melhor eficiência energética do mesmo.

VII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho nacional de desenvolvimento cientifico e tecnológico, pelo apoio financeiro que permitiu o desenvolvimento desse trabalho.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] BARBI, Ivo, *Eletrônica de potência: projetos de fontes chaveadas*, 2 ed. Florianópolis: [do autor], 2007. 332p.

[2] CASARO, M. M.; MARTINS, D. C. Processamento de energia solar fotovoltaico em sistemas conectados a rede elétrica. Controle & Automação, v. 21, Abril 2010.

[3] L.Barbosa, “A zero voltage transition interleaved boost converter and application PFC”,Advances in Power Electronics, vol.2011, PP. 1-10,2011.

[4] DALLAMUTA, João Luis (2014). Conversor Boost Quadrático entrelaçado com multiplicação capacitiva de tensão. Dissertação de mestrado, UEL.

[5] STEIN, Carlos Marcelo de Oliveira e HEY, Helio Leaes, “A true ZCZVT commutation cell for PWM converters”,IEEE Transctiond on Power Electronics, vol.15, ano 1, janeiro de 2000.

[6] VILEFORTE, Leandro Souza (2011) Conversor Boost Quadrático PWM associado a célula de auxilio a comutação SR-ZVS-QRC. Dissertação de mestrado, UFU

[7] CESAR, Tarciso Alceu (2004), Conversor boost entrelaçado com célula de comutação suave. Dissertação de mestrado, UEL.

[8] BARRETO, L. H. S. C.; “Apêndice A: Conversores Quadráticos”. Tese de Doutorado, UFU, Uberlândia-MG, Brasil, 2003.

IX. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO FV, PARA SATISFACER LAS NECESIDADES BÁSICAS EN ZONAS NO INTERCONECTADAS

AUGUSTIN VALVERDE GRANJA[1]; DANIVER TORRES RIASCOS[2]; TEOFILO MIGUEL DE SOUZA[3]
1 – UNIVERSIDAD DE IBAGUE; 2 – UNISERSIDAD AUTONOMA DEL CAUCA; 3 – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP - GUARATINGUETÁ
agustín.valverde@unibague.edu.co

Resumen - Esta investigación proporciona la evaluación de un conjunto de bombeo FV, con el fin de dar una solución sostenible en el tiempo y de fácil uso en aquellas zonas no conectadas al sistema elétrico nacional, para ello se utiliza un sistema de bombeo FV, compuesto por un panel solar de 135 W de potencia, una Bomba solar de 84 W y sus respectivos accesorios, se evaluaron por separado las eficiencias del panel solar y la bomba al someterlos a diferentes valores de radiación solar, obteniendo valores promedio del 10% para el panel y el 16% para la bomba; se obtuvieron las curvas características de la bomba y una eficiencia promedio de todo el sistema del 2%. A demás de lo anterior se encontró una altura máxima de bombeo de 15 metros con un caudal promedio de 400 litros/h, con los cuales si asumimos cuatro horas de trabajo diario de la bomba esto alcanzaría para satisfacer las necesidades básicas a 80 personas ubicadas en zona rural o mantener 320 Caprinos, dar de beber a 40 bovinos o alimentar a 5300 aves de corral.

Palavras-Claves: Fotovoltaico. Bomba solar. Evaluación. sistema elétrico.

I. INTRODUCCIÓN

De los 1410 millones de Km3 de agua que cubre la superficie terrestre el 97,3% corresponde a agua existente en los mares y el 2,7% es agua dulce acta para el consumo humano, pero de esta cantidad el 0,87% se encuentra en los polos en forma de hielo (permafrost), el 0,03% es agua de rio, lagos y pantanos que está siendo utilizada por gran parte de la humanidad; el restante 1.8% corresponde a aguas subterráneas, este estudio se centra en las posibilidades de utilizar estas aguas. Por otra parte existen algunos países en vía de desarrollo con un alto porcentaje de su territorio sin acceder al sistema elétrico nacional como Ecuador, Colombia, Mali, Gambia entre otros, en donde en el mejor de los casos utilizan agua sin tratar proveniente de ríos, teniendo que caminar grandes trayectos para acceder a este liquido vital.

Las primeras investigaciones de bombeo FV, fueron realizadas en 1978[1] y el numero de sistemas instalados en el mundo aumentan en forma exponencial, algunos estudios [2] muestran una operación en 1994 de unas diez mil unidades y se estima que para el año 2010 puede llegar a ser de medio millón[3]. Entre los países que han implementado experiencia de bombeo FV encontramos a Malí[4] con 40 sistemas, India[5] con 3820 sistemas, Filipinas [6] con 150 sistemas, Marruecos con 23 sistemas, Gambia con 50 sistemas y Argelia[7] con 60 sistemas.

Estudios realizados [8] han demostrado que el bombeo FV puede ser competitivo con el diesel, en un ciclo hidráulico comprendido entre 200 y 1500 m4/dia, figura 1.Las principales aplicaciones del bombeo FV se dan en abastecimiento de agua en zonas rurales y el riego en cultivos agrícolas.

El abastecimiento de agua en zonas rurales con sistema de bombeo FV, es aplicado para el consumo humano o de animales. La cantidad de agua destinada para el consumo humano es muy difícil de cuantificar, ya que depende de la localización y el estilo de vida de las personas, sin embargo se ha estimado una cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades básicas en un rango de 20 – 40 litros/día por persona, estas condiciones se puede lograr con una potencia hidráulica de 0,3 W, para un periodo de utilización de 8 horas y con una elevación de agua de 20m. Para el consumo de animales se emplea desde 50 litros/día para un caballo hasta 0,3 litro /día para un ave de corral.

Los requerimientos de agua para riego depende del tipo de cultivo que se vaya a regar, la demanda oscila entre 100 m3/día por hectárea en los meses secos hasta volúmenes de cero en los meses de invierno. En países en vía de desarrollo, en el área agrícola para pequeñas granjas, las necesidades de agua por hectárea están en el rango de 1-5 litros/s, en alturas manométricas superiores a 7 metros.

II. TRABAJO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se realiza en tres etapas, en la primera etapa se caracterizan los equipos e instrumentos utilizados, teniendo en cuenta los rangos de medidas, la calibración y la precisión, en la figura 1 y la tabla N° 1 y 2 se presentamos la ficha técnica de cada uno de ellos.

ISSN 1809-3957

Tabla 1a. Datos técnicos de los equipos utilizados (Generador FV)

PANEL SOLAR HG135		
	UNIDAD	**HG135**
Potencia máxima	W	135
Corriente nominal	A	7.45
Tensión nominal	V	18.14
Corriente corto circuito	A	8.04
Tensión circuito abierto	V	21.74
Célula solar	-----	Monocristalino
Dimensiones	L*A*P	1460*660*35mm
Peso	KG	11.1
Irradiación	W/m^2	1000

Tabla 1b. Datos técnicos de los equipos utilizados (Bomba solar)

BOMBA SOLAR SHURFlo 8000		
	UNIDAD	**8000-443-136**
Potencia	W	84
Corriente	A	7
Voltaje	Vdc	12
Ajuste de presion	PSI	60
Apertura de flujo	GPM - e/min	1.8 - 6.5

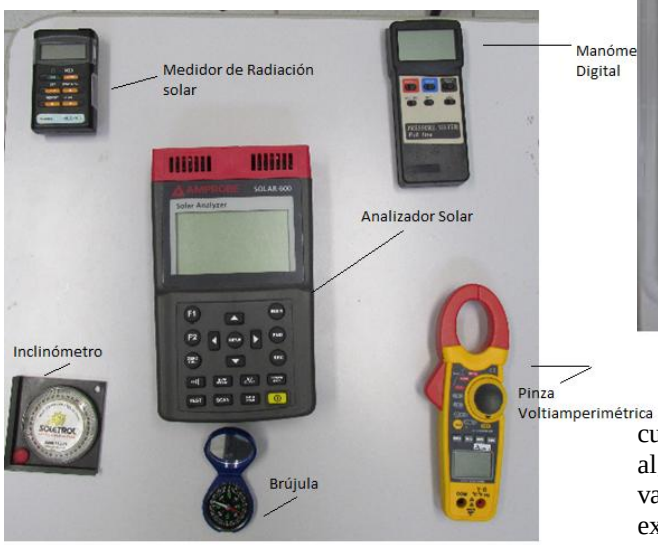


Figura 1. Equipos utilizados

Tabla 2a. Características de los instrumentos utilizados (Pinza Amperimetrica)

PINZA AMPERIMETRICA	
LIMITACIONES DE ENTRADA	
FUNCION	ENTRADA MAXIMA
Amperaje AC, Amperaje DC	1000A DC/AC
Voltaje DC, Voltaje AC	600V DC/AC
Resistencia, Diodo, Continuidad, Capacitancia, Frecuencia, Ciclo util, examen.	250V DC/AC
Temperatura (°C/°F)	60V DC/24V AC

Tabla 2b. Características de los instrumentos utilizados (Analizador Solar)

ANALIZADOR SOLAR		
MEDICION DE VOLTAJE DC		
RANGO	RESOLUCION	PRECISION
0 - 10 V	0.001V	±1% ± (1% ± 0.1V)
10 - 60 V	0.01V	±1% ± (1% ± 0.1V)

Tabla 2c. Características de los instrumentos utilizados (Manometro Digital)

MANOMETRO DIGITAL		
	2 BAR	
	ESC. MAXIMA	RESOLUCION
Bar	2	0.002
Psi	29	0.02
Kg/cm^2	2.04	0.002
mm/Hg	1500	2
Pulgada/Hg	59.05	0.05
metro/H2O	20.40	0.02
pulgada/H2O	802	1
Atmosfera	1.974	0.002

En la segunda se construye un banco de prueba, conformado por un panel solar, una bomba solar FV, un tanque de 56,1 litro de capacidad, una válvula para control de altura, unidos con tubería de PVC de 1/2" de diámetro, en a figura 2, se presenta el banco experimental utilizado.

Figura 2. Banco de prueba

En la tercera se realiza el diseño experimental para el cual se toma un modelo tipo factorial por bloques al azar y algunas restricciones; para este proceso se seleccionan tres variable de entrada para evaluar en los ensayos experimentales, las cual son: Radiación solar, altura del agua alcanzada por la bomba, en (m) y temperatura ambiente, y como variables de salida o respuesta se tiene, la potencia de la bomba, la potencia del panel y el flujo volumétrico de agua.

Los parâmetros utilizados en la caracterización de una célula solar FV, para una irradiación dada, una temperatura de operación y una determinada área son:

- Corriente de corto circuito (ISC). Esta es la corriente máxima, a voltaje cero, es directamente proporcional a la luz disponible y es igual a la corriente de la línea (Il). En el panel analizado la corriente ISC es igual a 8,04 A.
- Voltaje de circuito abierto (Voc), es el máximo voltaje a corriente cero, aumenta en forma logarítmica con la irradiación incidente y disminuye linealmente con la temperatura, para el panel el Voc = 21,74 V.
- Punto de máxima potencia (Pm), es donde el producto corriente por voltaje (Im *Vm), alcanza su valor máximo, se trabajo con un valor de Pm = 135 W (Im = 7,45 A; Vm = 18,14 V).

ISSN 1809-3957

- Factor de Forma (FF), Es una medida de la calidad de la unión y de la resistencia serie de la célula, se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$FF = (Vm * Im) / (Voc * Isc) \quad Ec.\ 1,0$$

Para el panel solar analizado se trabajó con FF de 0,77.

Subsistema Motor - Bomba

Está conformado por un motor DC que acciona una bomba de agua de desplazamiento positivo (de membrana) de superficie, acoplado directamente a la bomba, el motor se conecta a un convertidor DC/DC para mantener el generador y la carga en el punto optimo de trabajo. La potencia útil de la bomba se obtuvo mediante la siguiente expresión matemática:

$$Pu = \rho*g*h*Q \quad E.C\ 2,0$$

Donde:
ρ=Densidad del fluido(kg/m^3)
g=acceleración de la gravedad (m/s^2)
h=Altura (m)
Q=Flujo volemétrico (m^3/s)

Rendimiento del motor – Bomba

Este se define como la potencia útil sobre la potencia demandada por la bomba, en el cálculo utilizamos la siguiente expresión:

$$EB = Pu/\ PD = (\rho*g*h*Q)/(V*I) \quad E.C\ 3.0$$

Donde:
EB = Eficiencia de la moto-bomba, en (%)
PD = Potencia demandada, en (W)
V = Voltaje medido a la entrada del motor, en (V)
I = Corriente medida a la entrada del motor, en (A)

Procedimiento

Inicialmente se instala el panel solar teniendo en cuenta la declinación magnética del lugar, que para nuestro caso fue de 32° de inclinación y 20° de rotación Este con respecto al norte, previa adecuación del sistema con su respectivo suministro de agua, hasta las ¾ partes de la capacidad total de la cuba (42 litros), se enciende la bomba solar, manteniendo la válvula totalmente abierta, se deja trabajar durante diez minutos y se registran los resultados, posteriormente se manipula la válvula hasta lograr una lectura en el manómetro de un metro de agua, se deja operar durante otros diez minuto, se registra la información y se repite el proceso variando un metro de altura con la válvula hasta lograr en el manómetro 15m de columna de agua.

III ANÁLISIS DE RESULTADOS

Evaluación panel solar

La corriente que sale de un generador FV es corriente continua, la potencia máxima que puede suministrar es variable y depende de la cantidad de irradiación solar que se reciba, aunque se puede utilizar muchas configuraciones en el sistema de bombeo, en nuestro caso se trabajó con una motobomba de corriente continua.

En la evaluación del panel solar se tuvo un punto de máxima potencia (78W) con un voltaje Vm = 11.85 V y una intensidad Im = 6,56 A; la corriente y el voltaje de cortocircuito fue de 6,74 A y 14,4 V, respectivamente. La eficiencia máxima del panel fue del 13%, valor que está muy cercano al suministrado por el fabricante (14%) y la mínima de 8%, para las condiciones evaluadas; en la figura 3, podemos observar el comportamiento de la potencia, la corriente y voltaje en el panel solar a una temperatura ambiente promedio de 23°C y una velocidad del viento de 1,2 m/s.

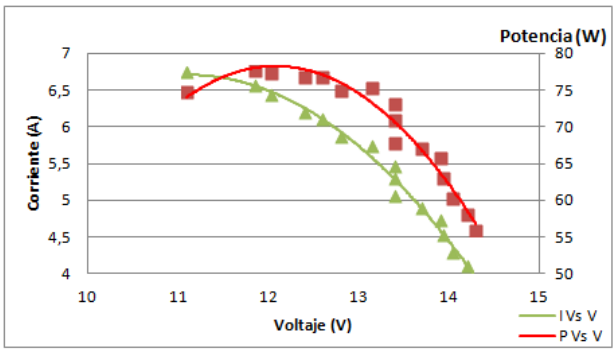


Figura 3. Curva Característica I-V y P-V de una célula solar FV de 0,96 m2 de área sometida a 702 W/m2 de irradiación, a 23°C y aspectro AM 1.5G.

El comportamiento de la irradiación en el generador FV es inversamente proporcional ala corriente y directamente proporcional al voltaje, así pues para valores de irradiación altos el voltaje es elevado y la corriente baja, em la figura 4, podemos observar el comportamiento de estas variables.

El mayor valor e irradiación presentado durante los monitoreos fue de 778 w/m2, para esse valor se obtuvo uma intensidad de 4.1 A y el máximo voltaje de 14.2 V, pero cuando la irradiación bajo hasta 613 w/m2, el voltaje disminuyo a 11.1 V y la corriente se incremento hasta 6.74 A, manteniendo esse comportamiento a ló largo de los experimentos.

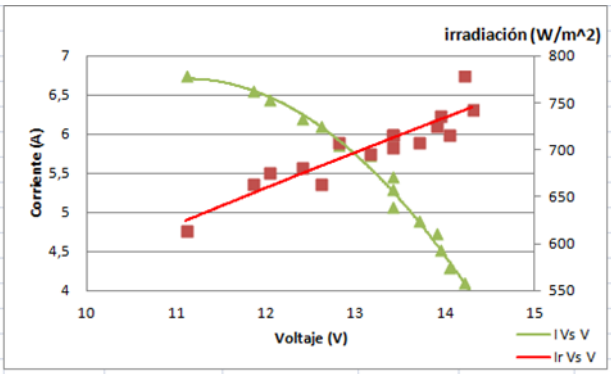


Figura 4. Curva Característica I-V y Ir-V de una célula solar FV de 0,96 m2 de área sometida a 702 W/m2 de irradiación, a 23°C y aspectro AM 1.5G

Evaluación motor - Bomba

La máxima potencia lograda a la salida de la bomba fue de 12,5 W, para una altura de 15m, en la figura 5, se presenta la curva característica de potencia y altura alcanzada con la bomba para diferentes valores de caudal, en ella podemos apreciar que la potencia y la altura es inversamente proporcional al caudal.´, para alturas y potencias menores el caudal proporcionado por la bomba es mayor. El máximo caudal logrado por la bomba fue de 461 l/h a una altura de 3m y el mínimo de 306 a 15 m.

Para las condiciones evaluadas la altura máxima del agua alcanzada por la bomba (15m) es el 35% de la altura que el fabricante propone (42m), hasta los 7m de altura el

ISSN 1809-3957

caudal proporcionado por la bomba supera en un 6% el caudal propuesto por el fabricante, a partir de 7m el caudal comienza a disminuir.

Con la cantidad de agua bombeada podríamos satisfacer las necesidades básicas a 80 personas ubicadas en zona rural o mantener 320 Caprinos, dar de beber a 40 bovinos o alimentar a 5300 aves de corral, considerando cuatro horas de trabajo de la bomba.

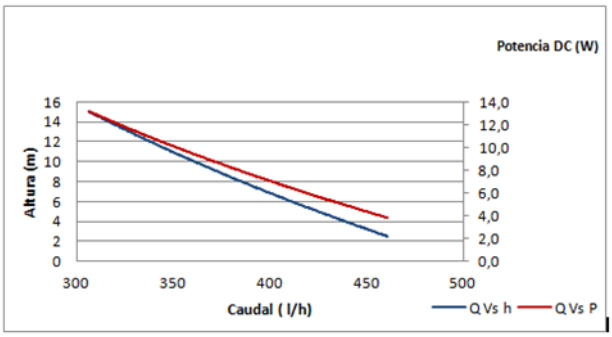


Figura 5. Curva característica h Vs Q y P Vs Q para una motor-bomba marca shurflo 8000 solar, acoplado a un generador FV sometido a 702 W/m2 de irradiación, a 23°C y aspectro AM 1.5G.

El rendimiento relativo panel de la bomba se obtuvo utilizando la ecuación 3, con un valor máximo de 17% para una altura de 15m y un caudal de 306 litros por hora, este varia directamente proporcional con la altura e inversamente con respecto al caudal, en la figura 6, se puede observar la respectiva curva característica, el valor del rendimiento logrado es inferior al propuesto por el fabricante (50%).

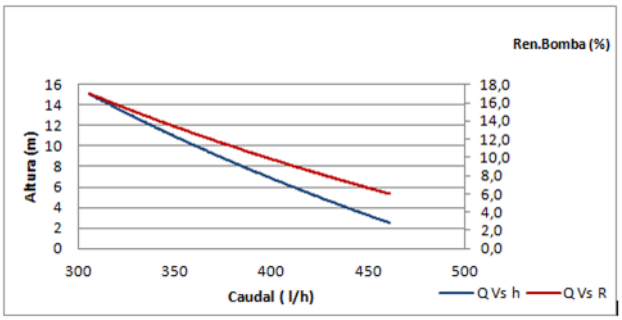


Figura 6. Curva característica h Vs Q y R Vs Q para una motor-bomba marca shurflo 8000 solar acoplado a un generador FV sometido a 702 W/m2 de irradiación, a 23°C y aspectro AM 1.5G.

Por otra parte el caudal es directamente proporcional a la irradiación, se obtuvo un máximo caudal de 460 l/h, para una irradiación de 740 W/m2, cuando la irradiación cae hasta 640 W/m2 , el caudal baja a 306 l/h , incrementándose la potencia de la bomba debido al incremento en la altura de bombeo. En la figura 7, se presenta la curva característica I Vs Q evidenciando este fenómeno.

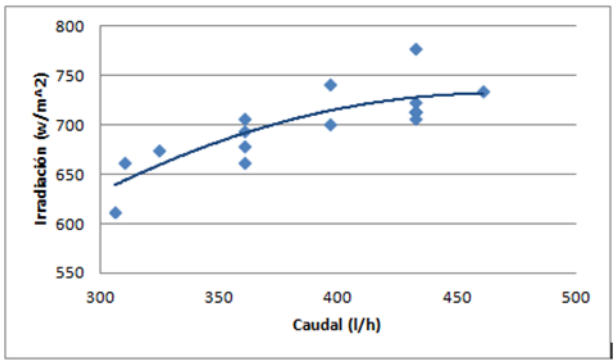


Figura 7. Curva característica I Vs Q para una motor-bomba marca shurflo 8000 solar acoplado a un generador FV sometido a 702 W/m2 de irradiación, a 23°C y aspectro AM 1.5G.

Eficiencia global (Rb) del sistema FV

Este se obtuvo tomando la potencia de salida de la bomba y dividiéndola por la radiación incidente en el generador FV, al evaluar todo el sistema de bombeo FV, se encontró un rendimiento relativo radiación solar, para alturas mayores y caudales menores el rendimiento es mayor, obteniendo un máximo del 2% a una altura de 15 metros, un caudal de 306 l/h y un mínimo de 0,16% para un metros de altura, en la figura 7, se presentan la curva característica del sistema.

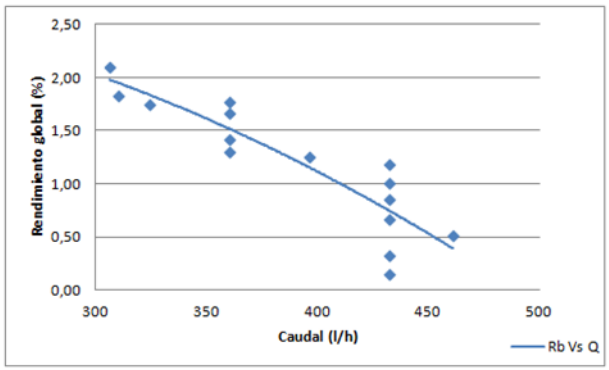


Figura 7. Curva característica RVs Q para una motor-bomba marca shurflo 8000 solar acoplado a un generador FV sometido a 702 W/m2 de irradiación, a 23°C y aspectro AM 1.5G.

IV. CONCLUSIONES

Los sistemas de bombeo FV, son uma excelente alternativa para aquellas regiones no conectadas al sistema nacional, brindando a la comunidad uma solución sostenible en el tiempo a sus problemas de salud por falta de agua potable.

La cantidad de agua proporcionada por la bomba alcanzaría para satisfacer las necesidades básicas a 80 personas ubicadas en zona rural o mantener 320 Caprinos, dar de beber a 40 bovinos o alimentar a 5300 aves de corral.

El sistema de bombeo FV evaluado, alcanzó una altura máxima de bombeo de 15m, proporciono un rendimiento promedio en el generador FV del 10%, un rendimiento máximo en la bomba del 17% y el caudal vario entre 306 y 461 litros por hora.

El sistema trabajo muy bién para radiaciones comprendidas entre 605 y 750 W/m2, proporcionando flujos volumétricos constantes hasta 7m de altura de 400 litros por hora y a partir de lós siete metros por cada 2 metros de altura el flujo varia 5 l/h.

ISSN 1809-3957

El sistema de bombeo FV, trabajo com uma eficiência promedio en el generador FV del 10%, en la bomba del 10% y global del sistema del 1%, bajo las condiciones evaluadas.

V. BIBLIOGRAFIA

[1] Berlow R. McNeils B, and Derrik A. (1991) status and experience of solar PV pumping in developing countries, In proc 10 Europ.Pv. Solar energy conf. Lisbon, Portugal, PP. 1143 – 1146.
[2] Photovoltaic Techonogy and systems desing, training manual. Siemens solar Industries (1996).
[3] Photovoltaic in 2010, European comision, directorate general for energy.
[4] Experimentation of Pv water pumps in view of their optimization. E.U. Final report CU EM3S-0166-D(CAM).
[5] Technical Brochure N° 152 solar pumping in India CADDETIEA o ECD.
[6] Renewable Energy Word (2001) v0l 4 N° 3 pp, 16-18 over 150 Philippines, Villages to Receive Electricity for the first Time.
[7] Comunicación privada com Isofoton, S.A.
[8] Solar pumping world Bank Technical paper # 168.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

IMPACTO DA CONFIABILIDADE DAS UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO CARREGAMENTO LÍQUIDO DOS ALIMENTADORES DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

CLAINER BRAVIN DONADEL[1,2]; JUSSARA FARIAS FARDIN[1]; LUCAS FRIZERA ENCARNAÇÃO[1]
1 – Universidade Federal do Espírito Santo; 2 – Instituto Federal do Espírito Santo
cdonadel@ifes.edu.br/clainer@gmail.com; jussara.fardin@ufes.br; lucas@ele.ufes.br

***Resumo** - A conexão de unidades de geração distribuída em redes de distribuição tende a reduzir o carregamento líquido dos circuitos alimentadores de média tensão. Este aumento na penetração das unidades de geração distribuída é usualmente visto como parte da solução para a postergação de investimentos nas redes. Entretanto, tal abordagem deve ser avaliada com cautela. As análises de carregamento dos alimentadores de média tensão devem considerar também o grau de confiabilidade que as unidades de geração distribuída apresentam. O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto do grau de confiabilidade das unidades de geração distribuída no carregamento líquido dos circuitos alimentadores.*

***Palavras-chave:** Geração Distribuída. Planejamento Técnico. Previsão de Demanda. Redes de Distribuição.*

I. INTRODUÇÃO

A influência do agente regulador nos processos de planejamento técnico das distribuidoras é apresentado em Brasil (2011), que estabelece os procedimentos para elaboração dos estudos de previsão de demanda no sistema de distribuição de alta, média e baixa tensões, bem como da confecção do plano de obras quinquenal (média e baixa tensões) e decenal (alta tensão) da distribuidora. De acordo com Brasil (2011) as distribuidoras de energia elétrica têm liberdade para adaptar seus procedimentos de planejamento técnico aos seus padrões de estruturas, desde que atendam aos requisitos estabelecidos pelo órgão regulador.

Em geral, o planejamento das obras de reforço necessárias nas redes de distribuição de média é determinado com base no histórico de carregamento dos alimentadores (tomado a partir de medições de tensão e corrente trifásicas na saída do alimentador) e na estimativa de crescimento da carga na região em análise. Com base na potência prevista a ser drenada de um determinado circuito, é verificado se sua estrutura física (cabo utilizado, bancos de capacitores existentes, bancos de reguladores existentes, dentre outros) atende aos critérios técnicos impostos pela legislação vigente (faixa de tensão adequada, carregamento adequado, dentre outros) durante todo o horizonte de análise.

No sentido contrário à liberdade concedida às distribuidoras de energia elétrica, a ANEEL monitora e avalia os investimentos feitos por elas, principalmente em média e alta tensão (a baixa tensão, por ter circuitos pequenos e quase padronizados, não desperta interesse). Se os investimentos realizados pelas distribuidoras forem menores que o necessário, poderá haver ultrapassagem dos critérios técnicos e a distribuidora estará sujeita às multas previstas na legislação. Se os investimentos realizados pelas distribuidoras forem maiores que o necessário, a parcela excedente de investimento não será reconhecida na revisão tarifária seguinte, sendo debitada do lucro da distribuidora.

Naturalmente o conceito de "investimento necessário" ainda é muito subjetivo, haja vista que a dinâmica de realização da carga pode ser bastante diferente da prevista. Assim, métodos de previsão de demanda aderentes são fundamentais para o sucesso das ações de planejamento técnico. Neste sentido, diversos autores têm buscado metodologias para melhorar a previsão de demanda (Niu *et al*., 2012; Sousa *et al.*, 2012; Bennett *et al*., 2014).

As metodologias de previsão de demanda mostradas buscam correlacionar variáveis diretamente ligadas ao mercado em atendimento com a potência ativa/reativa necessária para suprir os consumidores. Uma das variáveis que vem ganhando destaque é o nível de penetração de unidades de geração distribuída, que reflete no carregamento líquido dos alimentadores de média tensão e, por consequência, na base de previsão de demanda drenada em cada circuito de média tensão e nas instalações de alta tensão (subestações e rede elétricas de alta tensão). Assim, um aumento na penetração de unidades de geração distribuída tende a reduzir o carregamento líquido dos alimentadores de média tensão e das instalações a montante.

Inicialmente visto por muitos como solução para a postergação de investimentos em redes de distribuição, o aumento na penetração de unidades de geração distribuída nestas redes deve ser avaliado com bastante cautela; é necessário considerar não só a potência injetada por estas unidades nas redes de distribuição mas também o grau de confiabilidade que as unidades de geração distribuída podem apresentar, principalmente nos casos em que as unidades de geração distribuída são capazes de suprir grandes quantidades de carga, quando comparadas à carga total do alimentador. Assim, em caso de falha ou desligamento dessas unidades de geração (ou ainda alteração das políticas incentivadoras, comuns no Brasil), toda a carga do alimentador que antes era atendida pelas

ISSN 1809-3957

unidades de geração distribuída passa a ser suprida pela distribuidora, podendo gerar situações nas quais os limites operacionais das redes de distribuição sejam ultrapassados. Nestes casos, a distribuidora seria penalizada pelo não atendimento (ou atendimento precário) às cargas, sem ter tempo para reagir e realizar investimentos.

Desta forma, este trabalho propõe quantificar o impacto do grau de confiabilidade das unidades de geração distribuída no carregamento líquido dos alimentadores de distribuição de média tensão.

II. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A fim de avaliar a influência do grau de confiabilidade das unidades de geração distribuída no carregamento líquido dos alimentadores de distribuição de média tensão, foi avaliado neste trabalho um circuito baseado em alimentadores reais de uma área de concessão do Brasil - denominado Alimentador #1 (Figura 1), extraído de Donadel *et al.* (2009). O Alimentador #1 é um alimentador urbano com uma baixa variedade de condutores, reduzido comprimento (4,5 km e 186 barras), conforme mostrado na Tabela I, e alta densidade de carga linear. Possui tensão nominal de 11,4 kV e carga desequilibrada.

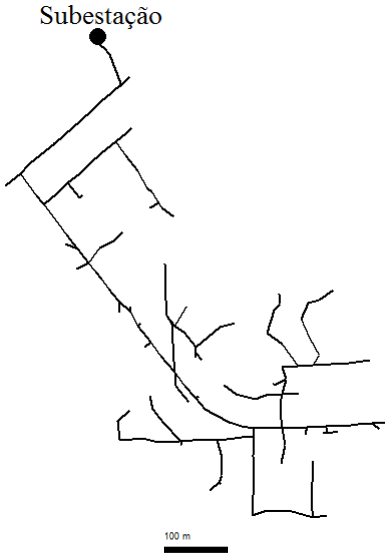


Figura 1 – Topologia do Alimentador #1.

TABELA I
DADOS DOS CONDUTORES UTILIZADOS NO ALIMENTADOR #1

DESCRIÇÃO DO CONDUTOR	EXTENSÃO DO CONDUTOR NO ALIMENTADOR #1 [M]
1/0 AWG CA	161
2 AWG CA	760
336,4 MCM CA	1.523
4 AWG CA	143
50 mm²	1.839

Por hipótese, o alimentador analisado possui elevado grau de penetração de geração distribuída (uniformemente distribuída ao longo do circuito), sendo esta responsável por atender a cerca de 30 % da demanda do alimentador. A redução da confiabilidade das unidades de geração distribuída foi simulada através da retirada gradativa das unidades de geração, em degraus de 20%. O impacto da retirada das unidades de geração foi medido por meio do carregamento percentual dos trechos do alimentador, sendo este classificado em três classes: (a) trechos com carregamento percentual menor ou igual a 67%; (b) trechos com carregamento percentual maior que 67% e menor ou igual a 100%; e (c) trechos com carregamento percentual maior que 100%. O valor de 67% contido na estratificação anterior representa o primeiro limite de carregamento imposto aos alimentadores de média tensão e está diretamente relacionado à capacidade de transferência de carga entre alimentadores, em condições de contingência. Seu valor resulta da aplicação da regra de circuitos de socorro em redes de distribuição, descrita em Kagan *et al.* (2005) e amplamente utilizada pelas distribuidoras de energia elétrica. Segundo estes autores, o limite de carregamento dos circuitos de distribuição de média tensão em condições normais, considerando circuitos de mesma capacidade, é dado por (2.1):

$$S_{Regime} = \frac{n}{n+1} S_{Térmico} \quad (2.1)$$

Onde:

S_{Regime}	Carregamento do Circuito para Operação em Condições Normais.
$S_{Térmico}$	Carregamento Correspondente ao Limite Térmico do Circuito.
n	Número de Circuitos que Absorvem Carga do Circuito em Contingência.

Usualmente, adota-se $n = 2$. Portanto, neste caso, $S_{Regime} \cong 0{,}67.S_{Térmico}$. O segundo limite descrito na estratificação anterior (100%) representa o próprio limite térmico do circuito.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A informação pontual sobre o nível de carregamento de cada trecho do alimentador não permite uma análise qualitativa ampla sobre o problema em questão. Assim, torna-se mais interessante analisar o nível de carregamento de forma gráfica. Desta forma, foi associado um código de cor para cada classe de carregamento percentual de trechos: trechos contidos na classe (a) descrita na Seção II foram caracterizados pela cor verde; trechos contidos na classe (b) descrita na Seção II foram caracterizados pela cor amarela; e trechos contidos na classe (c) descrita na Seção II foram caracterizados pela cor vermelha. A representação em cores foi então sobreposta à topologia do alimentador, para melhor visualização.

A Figura 2 mostra a representação gráfica do carregamento percentual dos trechos do Alimentador #1 com 100% das unidades de geração distribuída em operação. É possível notar que, com todas as unidades de geração distribuída em operação, não há sobrecarga em nenhum dos trechos do Alimentador #1. Entretanto, à medida que ocorre a saída de operação das unidades de geração distribuída, a sobrecarga começa a surgir. A partir da Figura 3, da Figura 4, da Figura 5 e da Figura 6 constata-se um progressivo aumento da quantidade de trechos em sobrecarga, à medida que ocorre a saída de operação das unidades de geração distribuída. Por fim, na Figura 7, é mostrada a situação limite, ou seja, sem nenhuma unidade

ISSN 1809-3957

de geração distribuída em operação. Nesta situação há um longo trecho em sobrecarga, no tronco do alimentador, indicando que este circuito necessita de obras de reforço, uma vez que não é mais possível se beneficiar da conexão de unidades de geração distribuída à rede de distribuição. Entretanto, obras de reforço em redes de distribuição de média tensão usualmente são realizadas à médio prazo (entre 1 e 5 anos). Na situação exemplo apresentada, é possível que a rede tenha que conviver com a sobrecarga detectada, enquanto as obras de reforço não são realizadas.

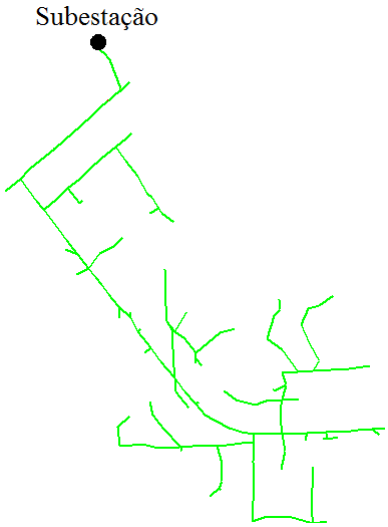


Figura 2 – Representação Gráfica do Carregamento Percentual dos Trechos do Alimentador #1 com 100% das Unidades de Geração Distribuída em Operação.

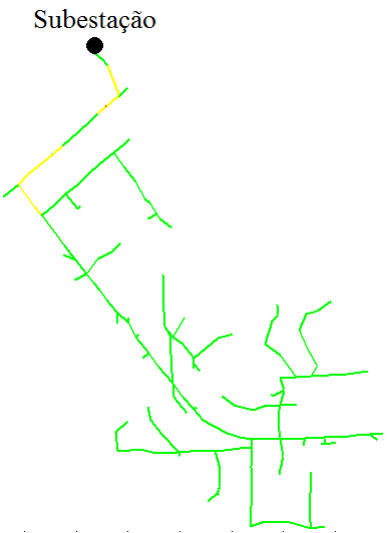


Figura 3 – Representação Gráfica do Carregamento Percentual dos Trechos do Alimentador #1 com 80% das Unidades de Geração Distribuída em Operação.

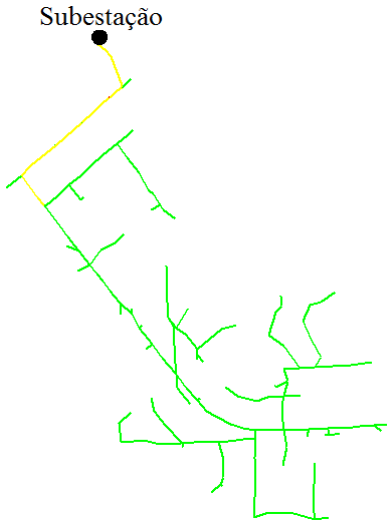


Figura 4 – Representação Gráfica do Carregamento Percentual dos Trechos do Alimentador #1 com 60% das Unidades de Geração Distribuída em Operação.

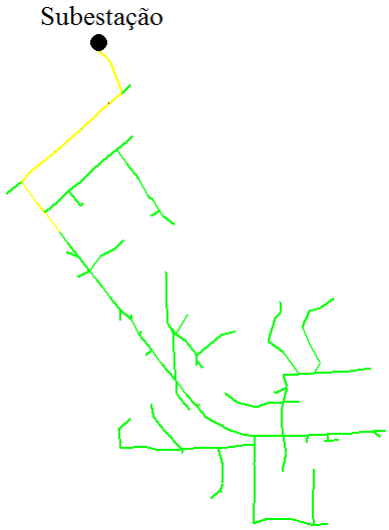


Figura 5 – Representação Gráfica do Carregamento Percentual dos Trechos do Alimentador #1 com 40% das Unidades de Geração Distribuída em Operação.

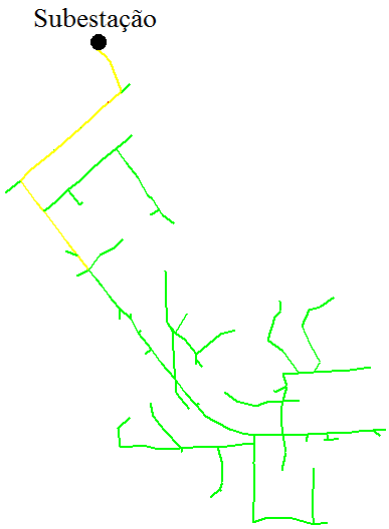


Figura 6 – Representação Gráfica do Carregamento Percentual dos Trechos do Alimentador #1 com 20% das Unidades de Geração Distribuída em Operação.

ISSN 1809-3957

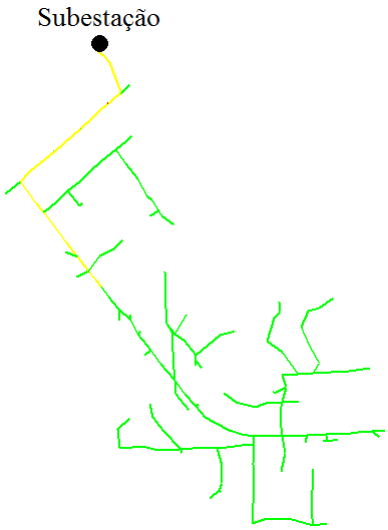


Figura 7 – Representação Gráfica do Carregamento Percentual dos Trechos do Alimentador #1 sem Unidades de Geração Distribuída em Operação.

IV. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi quantificar o impacto do grau de confiabilidade das unidades de geração distribuída no carregamento líquido dos alimentadores de distribuição de média tensão.

Foi possível concluir que o aumento da conexão de unidades de geração distribuída em redes de distribuição de média tensão deve ser avaliado com bastante cautela, em especial quanto ao seu impacto no carregamento dos alimentadores de média tensão. Situações limites, nas quais restam pouca ou nenhuma unidade de geração conectada às redes de distribuição, podem levar o alimentador à sobrecarga, necessitando assim de obras de reforço. Contudo, é preciso destacar que obras de reforço em redes de distribuição de média tensão usualmente são realizadas à médio prazo (entre 1 e 5 anos), e neste período os alimentadores podem permanecer em sobrecarga.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bennett, C. J., R. A. Stewart and J. W. Lu (2014). Forecasting low voltage distribution network demand profiles using a pattern recognition based expert system. *Energy*, Vol. 67, Nº. 0, pp. 200-212.

Brasil (2011). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) - Módulo 2 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição de 05 de Abril de 2013. Brasília.

Donadel, C., J. Anicio, M. Fredes, F. Varejao, G. Comarela and G. Perim (2009). A methodology to refine the technical losses calculation from estimates of non-technical losses. *In Electricity Distribution - Part 1, 2009. CIRED 2009. 20th International Conference and Exhibition on*.

Kagan, N., C. C. B. d. Oliveira and E. J. Robba (2005). Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. São Paulo, *Blucher*.

Niu, D.-x., H.-f. Shi and D. D. Wu (2012). Short-term load forecasting using bayesian neural networks learned by Hybrid Monte Carlo algorithm. *Applied Soft Computing*, Vol. 12, Nº. 6, pp. 1822-1827.

Sousa, J. C., L. P. Neves and H. M. Jorge (2012). Assessing the relevance of load profiling information in electrical load forecasting based on neural network models. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 40, Nº. 1, pp. 85-93.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

INFLUÊNCIA DOS CONDUTORES PRIMÁRIOS NA DETERMINAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO ÓTIMA DE UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE MÉDIO PORTE EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

CLAINER BRAVIN DONADEL[1,2]; JUSSARA FARIAS FARDIN[1]; LUCAS FRIZERA ENCARNAÇÃO[1]
1 – Universidade Federal do Espírito Santo; 2 – Instituto Federal do Espírito Santo
cdonadel@ifes.edu.br/clainer@gmail.com; jussara.fardin@ufes.br; lucas@ele.ufes.br

***Resumo** - O ponto de conexão de unidades de geração distribuída de médio porte influencia diretamente no desempenho das redes de distribuição de energia elétrica de média tensão. Assim, diversos pesquisadores vêm trabalhando em novas técnicas para determinar a melhor posição para instalação de unidades de geração distribuída. Tais metodologias estão fortemente atreladas à topologia das redes, que tendem a variar com o tempo, à medida que o processo natural de crescimento da carga faz com que seja necessário substituir os condutores de menor bitola por outros com bitola maior. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência do processo de substituição de condutores de média tensão na determinação da localização ótima das unidades de geração distribuída.*

***Palavras-chave:** Geração Distribuída. Localização Ótima. Redes de Distribuição.*

I. INTRODUÇÃO

O ponto de conexão das unidades de geração distribuída influencia diretamente no desempenho das redes de distribuição, em especial as de médio porte, não cobertas pela Resolução ANEEL Nº 482/2012 e suas atualizações (Brasil, 2012). Tal influência é comumente mensurada por meio de grandezas obtidas a partir da rede primária de distribuição, tais como: perdas técnicas ativas nos condutores; sobre/sub tensão nas barras, dentre outras (Donadel *et al*., 2014).

A determinação da localização ótima de unidades de geração distribuída é um típico problema de otimização, que pode ser escrito na seguinte forma genérica (Lo *et al.*, 2004):

$$\text{Minimizar} \quad f(x,u) \tag{1.1}$$
$$\text{Sujeito a} \quad g(x,u) = 0 \tag{1.2}$$
$$h(x,u) \leq 0 \tag{1.3}$$

Onde:
- x é o vetor de variáveis dependentes (por exemplo, tensão nas barras);
- u é o vetor de variáveis controladas (por exemplo, local de instalação das unidades de geração distribuída);
- $f(x,u)$ é a função objetivo a ser otimizada (por exemplo, perdas técnicas ativas);
- $g(x,u)$ são as restrições de igualdade, ligadas a aplicação das leis elétricas à rede;
- $h(x,u)$ são as restrições de desigualdade, ligadas aos limites operacionais dos equipamentos.

A busca pela solução ótima é, em geral, realizada por meio de algoritmos heurísticos, uma vez que o espaço de busca é muito extenso. Desta forma, diversos autores vêm trabalhando em novas metodologias heurísticas de determinação da localização ótima de unidades de geração distribuída, a partir da concepção geral mostrada anteriormente. As diversas metodologias pesquisadas neste trabalho diferem quanto à função objetivo utilizada, ao algoritmo utilizado e as variáveis adicionais que foram otimizadas em conjunto com a localização.

Observando-se as funções objetivo (mono e multi variadas) utilizadas nos trabalhos avaliados, nota-se uma preponderância na utilização de perdas técnicas ativas, de forma direta ou indireta, por meio da adoção de indicadores como custos de operação. A ampla utilização do indicador de perdas técnicas deve-se ao fato de que este indicador é um dos que mais impacta os custos de operação das redes de distribuição e as tarifas de uso e consumo. Outros aspectos que foram incorporadas são: perfil de tensão; confiabilidade; investimentos; dentre outros.

Na escolha dos algoritmos, os autores trabalharam em duas linhas distintas: a primeira linha de trabalho (Alonso *et al.*, 2012; Barin *et al.*, 2012; Aman *et al.*, 2013; Bhumkittipich e Phuangpornpitak, 2013; Kansal *et al.*, 2013; Kayal e Chanda, 2013; Pandi *et al.*, 2013; Rueda-Medina *et al.*, 2013; Ugranli e Karatepe, 2013) refere-se à utilização de algoritmos conhecidos e consagrados, tais como o algoritmo genético (que imita o processo de evolução) e o *Particle Swarm Optimization* (baseado no comportamento social de populações). Na segunda linha de trabalho (Dias *et al.*, 2012; Abdi e Afshar, 2013; Dehghanian *et al.*, 2013; Esmaili, 2013; Nayeripour *et al.*, 2013; Sedghi *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2013; Moradi *et al.*, 2014) buscou-se aperfeiçoar algoritmos existentes ou ainda criar combinações entre métodos já existentes, resultando em variantes mais adequadas ao problema em questão.

Entretanto, é possível notar que as metodologias avaliadas consideram a topologia da rede de distribuição constante. Assim, não há garantias de que a localização

ISSN 1809-3957

ótima determinada para um cenário topológico específico tenha validade para os demais. Por outro lado, o processo natural de crescimento da carga com o tempo faz com que seja necessária a substituição dos condutores de menor bitola por outros com bitola maior. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do processo de substituição de condutores de média tensão na determinação da localização ótima de unidades de geração distribuída.

II. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A fim de avaliar a influência dos condutores na localização ótima de unidades de geração distribuída, dois tipos de alimentadores foram analisados: o primeiro, denominado Alimentador #1 (Figura 1), é um alimentador urbano-rural com uma grande variedade de condutores, com elevado comprimento e baixa densidade de carga linear, conforme mostrado na Tabela I e na Tabela II. O segundo alimentador, denominado Alimentador #1-Ideal, tem como base o primeiro alimentador, tendo seus condutores modificados. Nos dois casos, a tensão nominal dos alimentadores é de 11,4 kV, com carga desequilibrada, obtidos de Donadel *et al.* (2009), e são baseados em alimentadores reais de uma distribuidora do Brasil.

É importante destacar que, durante o processo de reforço das redes de distribuição, é comum que a substituição seja feita de modo a uniformizar os tipos de condutores presentes nas redes de distribuição, tomando-se como referência o condutor de maior capacidade já presente nas redes de distribuição do agente distribuidor. A uniformização dos condutores ao longo do tempo amplia a capacidade operativa das redes de distribuição, à medida que elimina os gargalos de capacidade ao longo das redes (independente da topologia, a capacidade será sempre a mesma).

Assim, o estudo dos alimentadores com condutores uniformizados representa o estudo de sua situação limite, e garante que a análise proposta neste trabalho possa ser aplicada a qualquer combinação de condutores. O condutor escolhido para padronização foi o condutor de alumínio com área da seção transversal igual a 185 mm². A escolha deve-se ao fato deste condutor ser amplamente comercializado e ser o condutor de maior bitola (e menor impedância) utilizado na concessionária detentora dos alimentadores em análise.

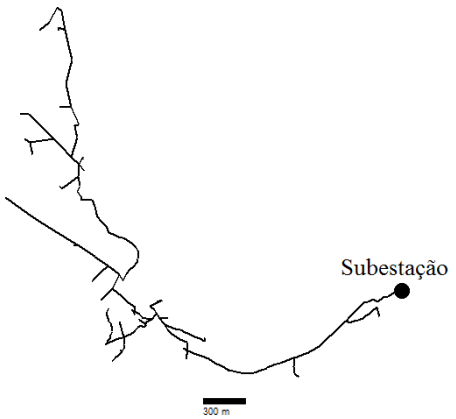


Figura 1 – Topologia dos Alimentadores #1 e #1-Ideal.

TABELA I
DADOS DOS CONDUTORES UTILIZADOS NO ALIMENTADOR #1

DESCRIÇÃO DO CONDUTOR	EXTENSÃO DO CONDUTOR NO ALIMENTADOR #1 [M]
1/0 AWG CA	1.155
1/0 AWG CAA	704
185 mm²	460
2 AWG CA	1.689
2 AWG CAA	1.583
336,4 MCM CA	1.617
4 AWG CA	585
4 AWG CAA	2.489
50 mm²	934

TABELA II
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DO ALIMENTADOR #1

DESCRIÇÃO DO PARÂMETRO	VALOR DO PARÂMETRO PARA O ALIMENTADOR #1
Potência Trifásica – Saída do Alimentador – Carga Pesada	2.059 + j899 kVA
Perdas Técnicas Ativas Totais – Carga Pesada	18,8 kW
Comprimento Total – Média Tensão	11,7 km
Número de Barras	253

Nos dois casos, as redes de distribuição foram avaliadas sob a inserção de uma unidade de geração distribuída de médio porte, com potência ativa igual a 2.000 kW (trifásica) e fator de potência unitário, modelada em potência constante. A determinação da melhor barra para inserção da unidade de geração distribuída foi realizada por meio de busca exaustiva, ou seja, todas as possíveis soluções foram contempladas para eliminar a influência dos algoritmos heurísticos sobre a solução final. A função objetivo utilizada foi as perdas de potência no cabeamento primário, conforme mostrado na Equação 2.1.

$$f = \sum_{i=1}^{n} P_i \qquad (2.1)$$

Onde:

f Função Objetivo
n Número de Trechos do Alimentador
P_i Perdas Técnicas no trecho i do Alimentador

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A informação pontual sobre a barra ótima para instalação de unidades de geração distribuída não permite uma análise qualitativa ampla sobre o problema em questão, à medida que restrições quanto ao ponto de instalação das unidades de geração distribuída podem impedir que a geração seja conectada ao ponto tido como ótimo. Assim, torna-se mais interessante analisar regiões ótimas para a instalação de unidades de geração distribuída, utilizando as melhores barras para definir uma região geográfica apropriada. No estudo em questão são utilizados dois

ISSN 1809-3957

agrupamentos (10% melhores barras e 20% melhores barras).

A Figura 2 mostra as 25 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1 (representando 10% do conjunto total de barras do alimentador). A Figura 3 mostra as 50 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o alimentador #1 (representando 20% do conjunto total de barras do alimentador).

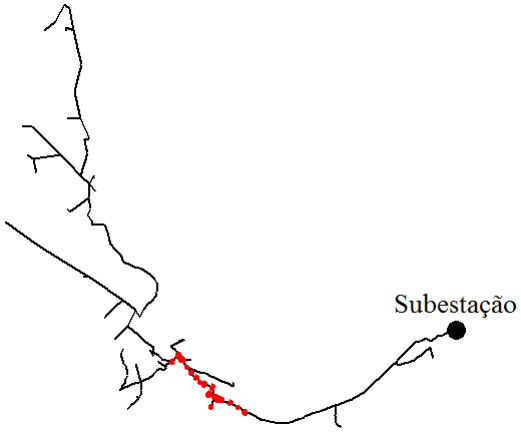


Figura 2 – 10% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1.

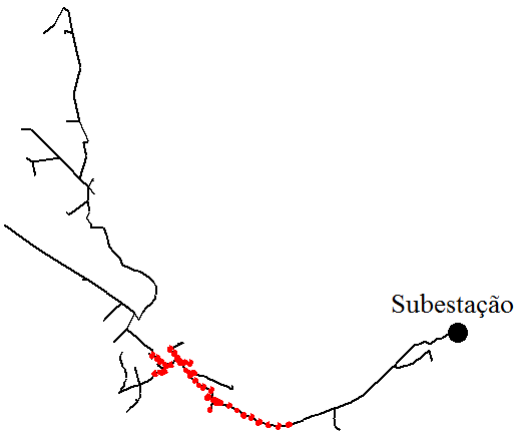


Figura 3 – 20% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1.

A partir da Figura 2 e da Figura 3 é possível notar que as melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída estão concentradas na porção central do alimentador (conforme destaque em vermelho).

De forma análoga, a Figura 4 mostra as 25 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o alimentador #1-Ideal (representando 10% do conjunto total de barras do alimentador). E a Figura 5 mostra as 50 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o alimentador #1-Ideal (representando 20% do conjunto total de barras do alimentador).

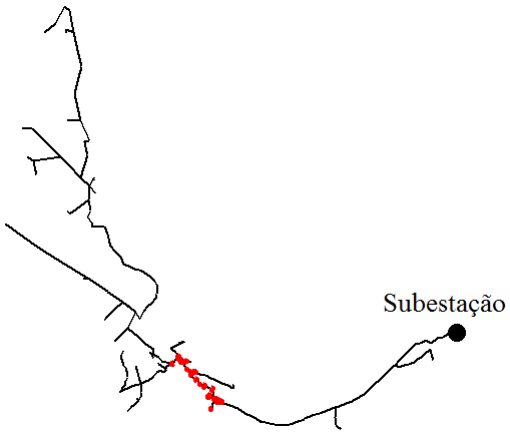


Figura 4 – 10% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1-Ideal.

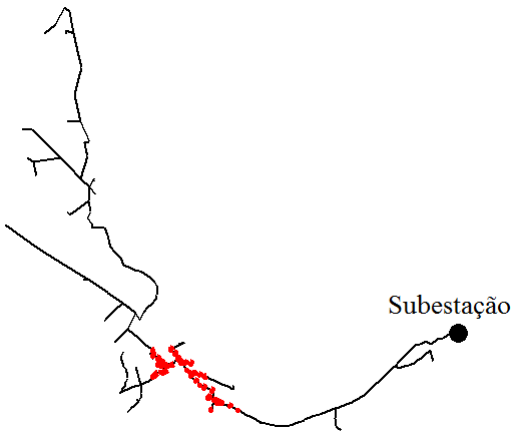


Figura 5 – 20% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1-Ideal.

Por meio da Figura 4 e da Figura 5, nota-se uma maior concentração das barras ótimas na porção central do Alimentador #1-Ideal, semelhante ao que foi determinado para o Alimentador #1. Desta forma, não há alterações significativas entre as regiões ótimas para instalação de unidades de geração distribuída entre os dois alimentadores.

É possível concluir que o processo de uniformização dos condutores das redes de distribuição não afeta de forma significativa o ponto ótimo para instalação de unidades de geração distribuída. Entretanto, recomenda-se optar pela instalação das unidades de geração distribuída nas barras que formam o conjunto de interseção entre as duas situações avaliadas: alimentador com condutores diversos (situação atual) e alimentador com condutores padronizados (situação ideal), conforme mostrado na Figura 6.

ISSN 1809-3957

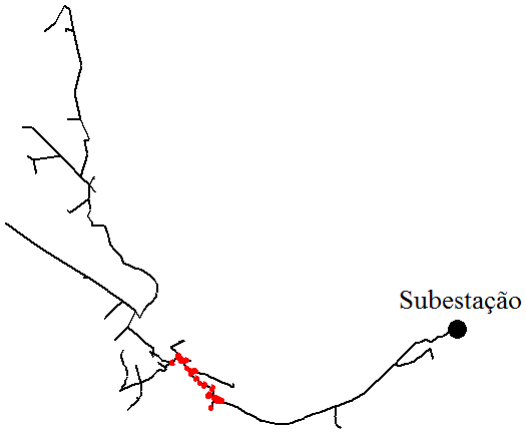


Figura 6 – Barras que formam o Conjunto de Interseção entre as Duas Situações Avaliadas: Alimentador #1 e Alimentador #1-Ideal, considerando as 20% Melhores Barras.

É importante destacar que, em todos os casos avaliados, houve redução no valor de perdas técnicas, em comparação com o cenário sem conexão de geração distribuída. A Tabela III mostra os valores de variação de perdas técnicas para as 10 melhores barras de conexão de unidades de geração distribuída, tanto para o Alimentador #1 quanto para o Alimentador #1-Ideal.

TABELA III
VARIAÇÃO DE PERDAS TÉCNICAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE: ALIMENTADOR #1 E ALIMENTADOR #1-IDEAL

MELHOR BARRA PARA CONEXÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	VARIAÇÃO DE PERDAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE - ALIMENTADOR #1	VARIAÇÃO DE PERDAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE - ALIMENTADOR #1-IDEAL
1ª	-66%	-79%
2ª	-62%	-78%
3ª	-62%	-78%
4ª	-61%	-77%
5ª	-61%	-77%
6ª	-61%	-77%
7ª	-61%	-77%
8ª	-60%	-77%
9ª	-60%	-76%
10ª	-59%	-76%

IV. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do processo de substituição de condutores de média tensão na determinação da localização ótima das unidades de geração distribuída, uma vez que as metodologias de determinação da localização ótima estão fortemente atrelados à topologia de rede.

Foi possível concluir que o processo de uniformização dos condutores das redes de distribuição não afeta de forma significativa o ponto ótimo para instalação de unidades de geração distribuída. Entretanto, recomenda-se optar pela instalação das unidades de geração distribuída nas barras que formam o conjunto de interseção entre as duas situações avaliadas: alimentador com condutores diversos (situação atual) e alimentador com condutores padronizados (situação ideal).

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdi, S. and K. Afshar (2013). Application of IPSO-Monte Carlo for optimal distributed generation allocation and sizing. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 44, Nº. 1, pp. 786-797.

Alonso, M. ó., H. Amarís and M. Chindris (2012). A multiobjective Var/Volt Management System in Smartgrids. *Energy Procedia*, Vol. 14, Nº. 0, pp. 1490-1495.

Aman, M. M., G. B. Jasmon, A. H. A. Bakar and H. Mokhlis (2013). A new approach for optimum DG placement and sizing based on voltage stability maximization and minimization of power losses. *Energy Conversion and Management*, Vol. 70, Nº. 0, pp. 202-210.

Barin, A., L. N. Canha, A. R. Abaide and R. Q. Machado (2012). Methodology for placement of Dispersed Generation Systems by analyzing its Impacts in Distribution Networks. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, Vol. 10, Nº. 2, pp. 1544-1549.

Bhumkittipich, K. and W. Phuangpornpitak (2013). Optimal Placement and Sizing of Distributed Generation for Power Loss Reduction Using Particle Swarm Optimization. *Energy Procedia*, Vol. 34, Nº. 0, pp. 307-317.

Brasil (2012). Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de Abril de 2012. Brasília.

Dehghanian, P., S. H. Hosseini, M. Moeini-Aghtaie and A. Arabali (2013). Optimal siting of DG units in power systems from a probabilistic multi-objective optimization perspective. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 51, Nº. 0, pp. 14-26.

Dias, B. H., L. W. Oliveira, F. V. Gomes, I. C. Silva and E. J. Oliveira (2012). Hybrid heuristic optimization approach for optimal Distributed Generation placement and sizing. *In Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE*.

Donadel, C., J. Anicio, M. Fredes, F. Varejao, G. Comarela and G. Perim (2009). A methodology to refine the technical losses calculation from estimates of non-technical losses. *In Electricity Distribution - Part 1, 2009. CIRED 2009. 20th International Conference and Exhibition on*.

Donadel, C. B., J. F. Fardin and L. F. Encarnação (2014). Alocação Ótima de Unidades de Geração Distribuída em Redes de Distribuição - Metodologias e Desafios. *In Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, SBSE 2014*.

Esmaili, M. (2013). Placement of minimum distributed generation units observing power losses and voltage stability with network constraints. *Generation, Transmission & Distribution, IET*, Vol. 7, Nº. 8, pp. 813-821.

Kansal, S., V. Kumar and B. Tyagi (2013). Optimal placement of different type of DG sources in distribution networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 53, Nº. 0, pp. 752-760.

Kayal, P. and C. K. Chanda (2013). Placement of wind and solar based DGs in distribution system for power loss minimization and voltage stability improvement. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 53, Nº. 0, pp. 795-809.

Lo, C. H., C. Y. Chung, D. H. M. Nguyen and K. P. Wong (2004). A parallel evolutionary programming based optimal power flow algorithm and its implementation. *In Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference on*.

Moradi, M. H., A. Zeinalzadeh, Y. Mohammadi and M. Abedini (2014). An efficient hybrid method for solving the optimal sitting and sizing problem of DG and shunt capacitor banks simultaneously based on imperialist competitive algorithm and genetic algorithm. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 54, Nº. 0, pp. 101-111.

Nayeripour, M., E. Mahboubi-Moghaddam, J. Aghaei and A. Azizi-Vahed (2013). Multi-objective placement and sizing of DGs in distribution networks ensuring transient stability using hybrid evolutionary algorithm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 25, Nº. 0, pp. 759-767.

Pandi, V. R., H. H. Zeineldin and X. Weidong (2013). Determining Optimal Location and Size of Distributed Generation Resources Considering Harmonic and Protection Coordination Limits. *Power Systems, IEEE Transactions on*, Vol. 28, Nº. 2, pp. 1245-1254.

Rueda-Medina, A. C., J. F. Franco, M. J. Rider, A. Padilha-Feltrin and R. Romero (2013). A mixed-integer linear programming approach for optimal type, size and allocation of distributed generation in radial distribution systems. *Electric Power Systems Research*, Vol. 97, Nº. 0, pp. 133-143.

Sedghi, M., M. Aliakbar-Golkar and M. R. Haghifam (2013). Distribution network expansion considering distributed generation and storage units using modified PSO algorithm. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 52, Nº. 0, pp. 221-230.

Ugranli, F. and E. Karatepe (2013). Multiple-distributed generation planning under load uncertainty and different penetration levels. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 46, Nº. 0, pp. 132-144.

Zhang, J., H. Fan, W. Tang, M. Wang, H. Cheng and L. Yao (2013). Planning for distributed wind generation under active management mode. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 47, Nº. 0, pp. 140-146.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

INFLUÊNCIA DO PERFIL DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS NA DETERMINAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO ÓTIMA DE UNIDADES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE MÉDIO PORTE EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

CLAINER BRAVIN DONADEL[1,2]; JUSSARA FARIAS FARDIN[1]; LUCAS FRIZERA ENCARNAÇÃO[1]
1 – Universidade Federal do Espírito Santo; 2 – Instituto Federal do Espírito Santo
cdonadel@ifes.edu.br/clainer@gmail.com; jussara.fardin@ufes.br; lucas@ele.ufes.br

Resumo - O problema da localização ótima das unidades de geração distribuída de média tensão é um típico problema de otimização, geralmente solucionado por meio de algoritmos heurísticos. Assim, diversos pesquisadores vêm trabalhando em novas técnicas para determinar a melhor posição para instalação de unidades de geração distribuída. Tais metodologias estão fortemente atreladas ao perfil de distribuição de carga ao longo do alimentador, que tendem a variar com o processo natural de crescimento da carga. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência do perfil de distribuição de cargas na determinação da localização ótima das unidades de geração distribuída de médio porte em redes de distribuição de média tensão.

Palavras-chave: Geração Distribuída, Localização Ótima, Perfil de Distribuição de Cargas, Redes de Distribuição.

I. INTRODUÇÃO

O problema da localização ótima das unidades de geração distribuída, em especial as unidades de médio porte, não cobertas pela Resolução ANEEL Nº 482/2012 (Brasil, 2012), é um típico problema de otimização, que pode ser escrito na seguinte forma genérica (Lo *et al.*, 2004):

Minimizar $f(x,u)$ (1.1)

Sujeito a $g(x,u)=0$ (1.2)

$h(x,u)\leq 0$ (1.3)

Onde:
- x é o vetor de variáveis dependentes (por exemplo, tensão nas barras);
- u é o vetor de variáveis controladas (por exemplo, local de instalação das unidades de geração distribuída);
- $f(x,u)$ é a função objetivo a ser otimizada (por exemplo, perdas técnicas ativas);
- $g(x,u)$ são as restrições de igualdade, ligadas a aplicação das leis elétricas à rede;
- $h(x,u)$ são as restrições de desigualdade, ligadas aos limites operacionais dos equipamentos.

A busca pela solução ótima é, em geral, realizada por meio de algoritmos heurísticos, uma vez que o espaço de busca é muito extenso. Desta forma, diversos autores vêm trabalhando em novas metodologias heurísticas de determinação da localização ótima de unidades de geração distribuída, a partir da concepção geral mostrada anteriormente.

As funções objetivo comumente utilizadas (mono e multi variadas) são baseadas em grandezas obtidas a partir da rede primária de distribuição, tais como: perdas técnicas ativas nos condutores, sobre/sub tensão nas barras, dentre outras (Donadel *et al*., 2014). Neste contexto destaca-se a adoção das perdas técnicas ativas, de forma direta ou indireta, por meio de indicadores de custos de operação. Outros aspectos comumente incorporados às funções objetivo são: perfil de tensão; confiabilidade; investimentos; dentre outros.

Em relação aos algoritmos, os trabalhos comumente podem ser classificados em duas linhas distintas: a primeira linha de trabalho (Alonso *et al.*, 2012; Barin *et al.*, 2012; Aman *et al.*, 2013; Bhumkittipich e Phuangpornpitak, 2013; Kansal *et al.*, 2013; Kayal e Chanda, 2013; Pandi *et al.*, 2013; Rueda-Medina *et al.*, 2013; Ugranli e Karatepe, 2013) refere-se à utilização de algoritmos conhecidos e consagrados, tais como o algoritmo genético (que imita o processo de evolução) e o *Particle Swarm Optimization* (baseado no comportamento social de populações). Na segunda linha de trabalho (Dias *et al.*, 2012; Abdi e Afshar, 2013; Dehghanian *et al.*, 2013; Esmaili, 2013; Nayeripour *et al.*, 2013; Sedghi *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2013; Moradi *et al.*, 2014) buscou-se aperfeiçoar algoritmos existentes ou ainda criar combinações entre métodos já existentes, resultando em variantes mais adequadas ao problema em questão.

Entretanto, é possível notar que as metodologias avaliadas consideram uma distribuição de carga invariável ao longo do tempo, mesmo que esta não seja uniforme ao longo do alimentador. Assim, não há garantias de que a localização ótima determinada para um cenário de carga específico tenha validade para os demais. Por outro lado, o processo natural de crescimento da carga com o tempo pode provocar a redistribuição das cargas ao longo do tempo.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do perfil de distribuição de cargas na determinação da localização ótima de unidades de geração distribuída.

ISSN 1809-3957

II. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A fim de avaliar a influência do perfil de distribuição das cargas na localização ótima de unidades de geração distribuída, três tipos de alimentadores foram analisados: o primeiro, denominado Alimentador #1 (Figura 1), é um alimentador urbano-rural com uma grande variedade de condutores, com elevado comprimento e baixa densidade de carga linear, conforme mostrado na Tabela I e na Tabela II. A distribuição de carga ao longo do Alimentador #1 foi obtida com base na energia/demanda faturada dos consumidores presentes naquele alimentador. Esta distribuição representa a distribuição de carga mais provável para o Alimentador #1. O segundo alimentador, denominado Alimentador #1-Início, tem como base o primeiro alimentador, tendo sua distribuição de carga modificada de modo que haja uma maior concentração de carga na porção inicial do alimentador. O terceiro alimentador, denominado Alimentador #1-Fim, também tem como base o primeiro alimentador, entretanto sua distribuição de carga foi modificada de modo que haja uma maior concentração de carga na porção final do alimentador. Nos três casos, a tensão nominal dos alimentadores é de 11,4 kV, com carga desequilibrada, obtidos de Donadel *et al.* (2009), e são baseados em alimentadores reais de uma distribuidora brasileira de energia elétrica. A redistribuição da carga ao longo dos alimentadores foi realizada de modo que a carga total do alimentador permanecesse inalterada. O cabeamento dos alimentadores também foi mantido inalterado (Tabela I).

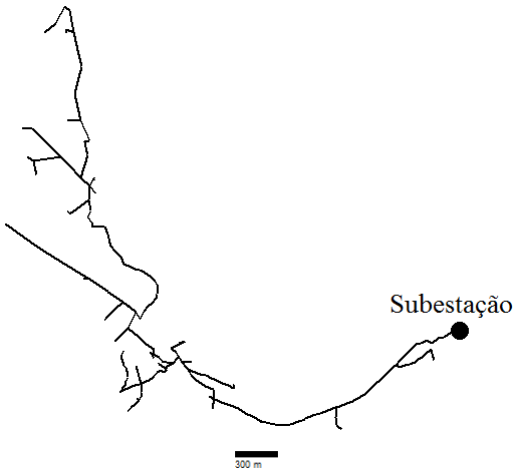


Figura 1 – Topologia dos Alimentadores #1, #1-Início e #1-Fim.

TABELA I
DADOS DOS CONDUTORES UTILIZADOS NO ALIMENTADOR #1, #1-INÍCIO E #1-FIM.

DESCRIÇÃO DO CONDUTOR	EXTENSÃO DO CONDUTOR [M]
1/0 AWG CA	1.155
1/0 AWG CAA	704
185 mm²	460
2 AWG CA	1.689
2 AWG CAA	1.583
336,4 MCM CA	1.617
4 AWG CA	585
4 AWG CAA	2.489
50 mm²	934

TABELA II
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DO ALIMENTADOR #1

DESCRIÇÃO DO PARÂMETRO	VALOR DO PARÂMETRO PARA O ALIMENTADOR #1
Potência Trifásica – Saída do Alimentador – Carga Pesada	2.059 + j899 kVA
Perdas Técnicas Ativas Totais – Carga Pesada	18,8 kW
Comprimento Total – Média Tensão	11,7 km
Número de Barras	253

Nos três casos, as redes de distribuição foram avaliadas sob a inserção de uma unidade de geração distribuída de médio porte, com potência ativa igual a 2.000 kW (trifásica) e fator de potência unitário, modelada em potência constante. A determinação da melhor barra para inserção da unidade de geração distribuída foi realizada por meio de busca exaustiva, ou seja, todas as possíveis soluções foram contempladas para eliminar a influência dos algoritmos heurísticos sobre a solução final. A função objetivo utilizada refere-se às perdas de potência no cabeamento primário, conforme mostrado na Equação 2.1.

$$f = \sum_{i=1}^{n} P_i \qquad (2.1)$$

Onde:

f Função Objetivo
n Número de Trechos do Alimentador
P_i Perdas Técnicas no trecho i do Alimentador

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distribuições de carga avaliadas, para os três alimentadores descritos na Seção II, estão apresentados na Figura 2, na Figura 3 e na Figura 4. Para fins de representação, a rede foi dividida em regiões quadradas de lado igual a 100 m. A cor vermelha representa a região com maior concentração de carga. A cor cinza representa as regiões nas quais não há carga associada.

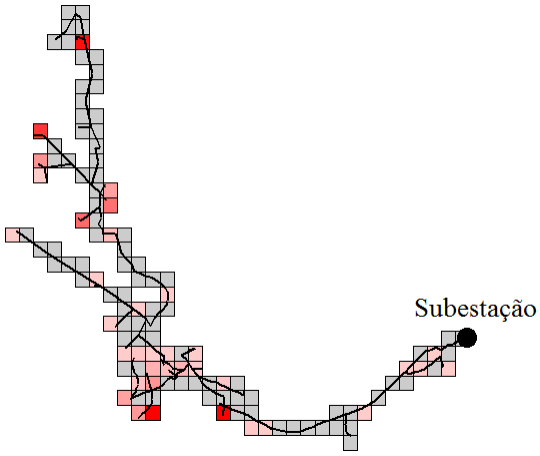


Figura 2 – Distribuição de Carga ao Longo do Alimentador. Alimentador #1.

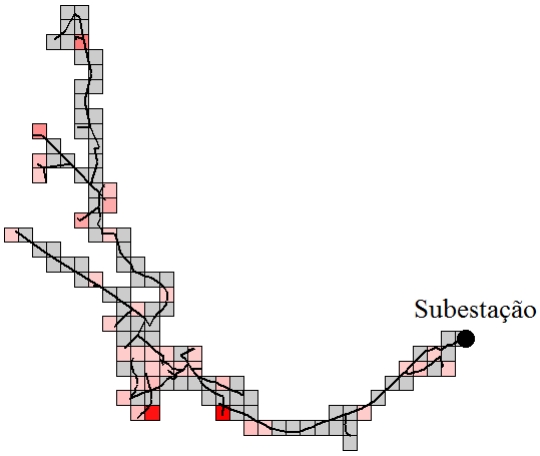


Figura 3 – Distribuição de Carga ao Longo do Alimentador. Alimentador #1-Início.

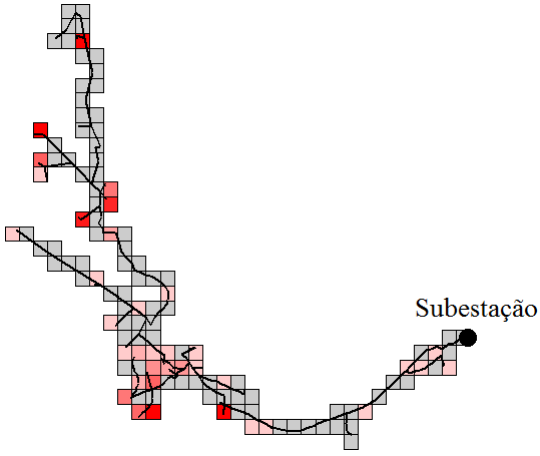


Figura 4 – Distribuição de Carga ao Longo do Alimentador. Alimentador #1-Fim.

A informação pontual sobre a barra ótima para instalação de unidades de geração distribuída não permite uma análise qualitativa ampla sobre o problema em questão, à medida que restrições quanto ao ponto de instalação das unidades de geração distribuída podem impedir que a geração seja conectada ao ponto tido como ótimo. Assim, torna-se mais interessante analisar regiões ótimas para a instalação de unidades de geração distribuída, utilizando as melhores barras para definir uma região geográfica apropriada. No estudo em questão são utilizados dois agrupamentos (10% melhores barras e 20% melhores barras).

A Figura 5 mostra as 25 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1 (representando 10% do conjunto total de barras do alimentador). A Figura 6 mostra as 50 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1 (representando 20% do conjunto total de barras do alimentador).

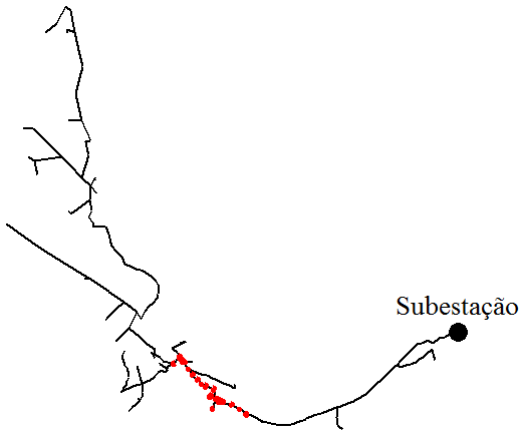


Figura 5 – 10% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1.

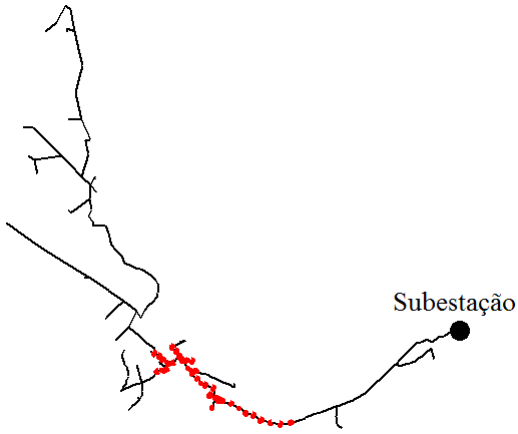


Figura 6 – 20% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1.

A partir da Figura 5 e da Figura 6 é possível notar que as melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída estão concentradas na porção central do alimentador (conforme destaque em vermelho).

De forma análoga, a Figura 7 mostra as 25 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1-Início. E a Figura 8 mostra as 50 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1-Início.

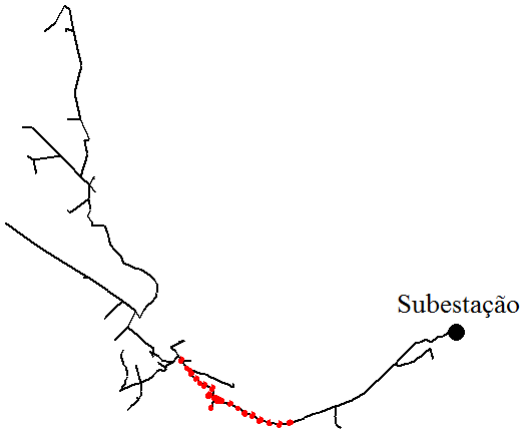


Figura 7 – 10% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1-Início.

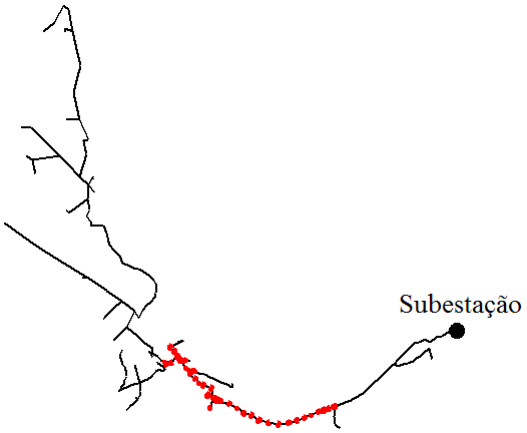


Figura 8 – 20% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1-Início.

Por meio da Figura 7 e da Figura 8, nota-se uma maior concentração das barras ótimas na porção inicial do alimentador, seguindo a tendência de crescimento da carga nesta parte do alimentador. Por outro lado, a Figura 9 mostra as 25 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1-Fim. E a Figura 10 mostra as 50 melhores barras para inserção de unidades de geração distribuída para o Alimentador #1-Fim.

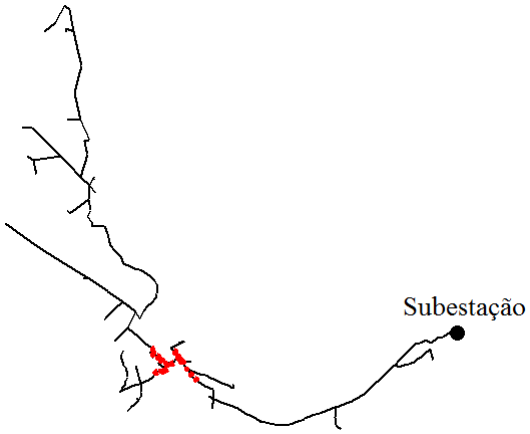


Figura 9 – 10% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1-Fim.

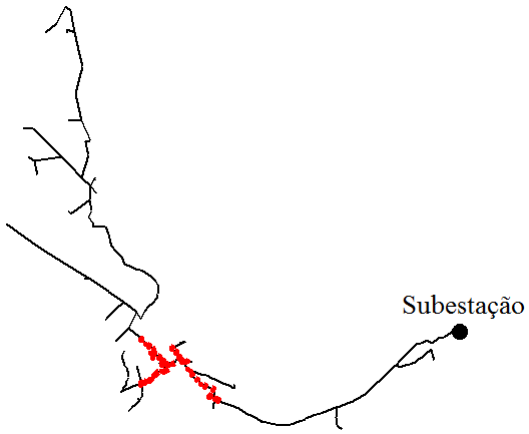


Figura 10 – 20% Melhores Barras para Inserção de Unidades de Geração Distribuída. Alimentador #1-Fim.

Por meio da Figura 9 e da Figura 10, nota-se uma maior concentração das barras ótimas em direção à porção final do alimentador, seguindo a tendência de crescimento da carga naquela parte do alimentador. Destaca-se, entretanto, que as alterações nas posições das barras ótimas para conexão de unidades de geração distribuída não foram significativamente elevadas, considerando-se a ampla redistribuição de carga efetuada (30% da carga foi remanejada em cada situação avaliada - Alimentadores #1-Início e #1-Fim).

É importante destacar que, em todos os casos avaliados, houve redução no valor de perdas técnicas, em comparação com o cenário sem conexão de geração distribuída. A Tabela III mostra os valores de variação de perdas técnicas para as 10 melhores barras de conexão de unidades de geração distribuída, para os três casos avaliados neste trabalho (Alimentador #1, Alimentador #1-Início e Alimentador #1-Fim). A partir da Tabela III é possível constatar uma significativa redução de perdas técnicas com a presença da geração distribuída. Entretanto, os valores de redução de perdas são bastante semelhantes entre os casos analisados.

TABELA III
VARIAÇÃO DE PERDAS TÉCNICAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE: ALIMENTADOR #1, ALIMENTADOR #1-INÍCIO E ALIMENTADOR #1-FIM.

MELHOR BARRA PARA CONEXÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	VARIAÇÃO DE PERDAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE - ALIMENTADOR #1	VARIAÇÃO DE PERDAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE - ALIMENTADOR #1-INÍCIO	VARIAÇÃO DE PERDAS EM RELAÇÃO AO CASO BASE - ALIMENTADOR #1-FIM
1ª	-66%	-80%	-57%
2ª	-62%	-68%	-56%
3ª	-62%	-67%	-56%
4ª	-61%	-67%	-56%
5ª	-61%	-67%	-56%
6ª	-61%	-67%	-56%
7ª	-61%	-66%	-56%
8ª	-60%	-64%	-56%
9ª	-60%	-63%	-56%
10ª	-59%	-62%	-55%

IV. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do perfil de distribuição de cargas na determinação da localização ótima das unidades de geração distribuída, uma vez que as metodologias de determinação da localização ótima estão fortemente atrelados à estes perfis.

Foi possível concluir que alterações nos perfis de carga dos alimentadores afetam o ponto ótimo para instalação de unidades de geração distribuída. Entretanto, destaca-se que as alterações nas posições das barras ótimas para conexão de unidades de geração distribuída não foram significativamente elevadas, considerando-se a ampla redistribuição de carga efetuada (30% da carga do alimentador).

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdi, S. and K. Afshar (2013). Application of IPSO-Monte Carlo for optimal distributed generation allocation and sizing. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 44, Nº. 1, pp. 786-797.

Alonso, M. ó., H. Amarís and M. Chindris (2012). A multiobjective Var/Volt Management System in Smartgrids. *Energy Procedia*, Vol. 14, Nº. 0, pp. 1490-1495.

Aman, M. M., G. B. Jasmon, A. H. A. Bakar and H. Mokhlis (2013). A new approach for optimum DG placement and sizing based on voltage stability maximization and minimization of power losses. *Energy Conversion and Management*, Vol. 70, Nº. 0, pp. 202-210.

Barin, A., L. N. Canha, A. R. Abaide and R. Q. Machado (2012). Methodology for placement of Dispersed Generation Systems by analyzing its Impacts in Distribution Networks. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, Vol. 10, Nº. 2, pp. 1544-1549.

Bhumkittipich, K. and W. Phuangpornpitak (2013). Optimal Placement and Sizing of Distributed Generation for Power Loss Reduction Using Particle Swarm Optimization. *Energy Procedia*, Vol. 34, Nº. 0, pp. 307-317.

Brasil (2012). Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de Abril de 2012. Brasília.

Dehghanian, P., S. H. Hosseini, M. Moeini-Aghtaie and A. Arabali (2013). Optimal siting of DG units in power systems from a probabilistic multi-objective optimization perspective. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 51, Nº. 0, pp. 14-26.

Dias, B. H., L. W. Oliveira, F. V. Gomes, I. C. Silva and E. J. Oliveira (2012). Hybrid heuristic optimization approach for optimal Distributed Generation placement and sizing. *In Power and Energy Society General Meeting, 2012 IEEE*.

Donadel, C., J. Anicio, M. Fredes, F. Varejao, G. Comarela and G. Perim (2009). A methodology to refine the technical losses calculation from estimates of non-technical losses. *In Electricity Distribution - Part 1, 2009. CIRED 2009. 20th International Conference and Exhibition on*.

Donadel, C. B., J. F. Fardin and L. F. Encarnação (2014). Alocação Ótima de Unidades de Geração Distribuída em Redes de Distribuição - Metodologias e Desafios. *In Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, SBSE 2014*.

Esmaili, M. (2013). Placement of minimum distributed generation units observing power losses and voltage stability with network constraints. *Generation, Transmission & Distribution, IET*, Vol. 7, Nº. 8, pp. 813-821.

Kansal, S., V. Kumar and B. Tyagi (2013). Optimal placement of different type of DG sources in distribution networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 53, Nº. 0, pp. 752-760.

Kayal, P. and C. K. Chanda (2013). Placement of wind and solar based DGs in distribution system for power loss minimization and voltage stability improvement. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 53, Nº. 0, pp. 795-809.

Lo, C. H., C. Y. Chung, D. H. M. Nguyen and K. P. Wong (2004). A parallel evolutionary programming based optimal power flow algorithm and its implementation. *In Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference on*.

Moradi, M. H., A. Zeinalzadeh, Y. Mohammadi and M. Abedini (2014). An efficient hybrid method for solving the optimal sitting and sizing problem of DG and shunt capacitor banks simultaneously based on imperialist competitive algorithm and genetic algorithm. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 54, Nº. 0, pp. 101-111.

Nayeripour, M., E. Mahboubi-Moghaddam, J. Aghaei and A. Azizi-Vahed (2013). Multi-objective placement and sizing of DGs in distribution networks ensuring transient stability using hybrid evolutionary algorithm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 25, Nº. 0, pp. 759-767.

Pandi, V. R., H. H. Zeineldin and X. Weidong (2013). Determining Optimal Location and Size of Distributed Generation Resources Considering Harmonic and Protection Coordination Limits. *Power Systems, IEEE Transactions on*, Vol. 28, Nº. 2, pp. 1245-1254.

Rueda-Medina, A. C., J. F. Franco, M. J. Rider, A. Padilha-Feltrin and R. Romero (2013). A mixed-integer linear programming approach for optimal type, size and allocation of distributed generation in radial distribution systems. *Electric Power Systems Research*, Vol. 97, Nº. 0, pp. 133-143.

Sedghi, M., M. Aliakbar-Golkar and M. R. Haghifam (2013). Distribution network expansion considering distributed generation and storage units using modified PSO algorithm. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 52, Nº. 0, pp. 221-230.

Ugranli, F. and E. Karatepe (2013). Multiple-distributed generation planning under load uncertainty and different penetration levels. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 46, Nº. 0, pp. 132-144.

Zhang, J., H. Fan, W. Tang, M. Wang, H. Cheng and L. Yao (2013). Planning for distributed wind generation under active management mode. *International Journal of*

Electrical Power & Energy Systems, Vol. 47, Nº. 0, pp. 140-146.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM SISTEMA HIDRÁULICO UTILIZADO EM VIRADOR DE VAGÕES – RIO DE JANEIRO

CARVALHO R. F [1]; TUNA C.E [1]; SOUZA T.M [1]

1 – UNESP – FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARANTINGUETÁ
robson.carvalho@vale.com

Resumo** – Hoje em dia o consumo de energia elétrica é um dos principais fatores de crescimento econômico e social, em contrapartida este crescimento é sinônimo de poluição e aquecimento climático. Este artigo apresenta uma avaliação da eficiência energética do sistema hidráulico instalado em um Virador de Vagões com capacidade de 140t de descarga de minério de ferro, instalado em um Terminal privado no Rio de Janeiro, com objetivo de realizar um diagnóstico e identificar oportunidades de melhorar a eficiência energética. O processo de avaliação foi desenvolvido seguindo uma metodologia de trabalho, os resultados encontrados demonstram que o sistema está superdimensionado, devido os parâmetros de projeto definidos estarem acima das necessidades reais do equipamento, ocasionando perda de eficiência no sistema. Foi identificado através da análise de dados de campo, que a vazão instantânea do sistema está dimensionada adequadamente em relação à vazão da bomba, outrora, o valor de pressão indicado no projeto para ajuste da pressão nominal de trabalho, está acima da necessidade do projeto. As recomendações de ajuste de pressão do sistema hidráulico possibilitaram a redução na potência consumida durante a fase de operação do sistema hidráulico e consequentemente, redução no consumo de energia elétrica.

Palavras-chave: Sistema Hidráulico, eficiência, projeto.

I. INTRODUÇÃO

Viradores de Vagões são equipamentos amplamente utilizados no Brasil e mundo inteiro para descarga de materiais granulados em Portos e Terminais, é um equipamento projetado para descarregar diferentes tipos de vagões e cargas. O equipamento objeto deste estudo concerne em um Virador de Vagões tipo duplo utilizado para descarga de minério de ferro, os vagões descarregados são do tipo GDT e GDU com capacidade bruta de 144 t.

Usualmente são adotados sistemas hidráulicos para acionamento de seus diversos mecanismos e sistemas mecânicos de um Virador de Vagões. A relevância de avaliar a eficiência energética do sistema hidráulico do Virador de Vagões, concerne em ser o primeiro Virador de Vagões no Brasil com capacidade de 144t bruta de descarga, onde os parâmetros de processo são desconhecidos e não existe nenhum tipo de estudo desenvolvido em eficiência energética de sistemas hidráulicos em Viradores de Vagões.

Outro ponto de grande importância refere-se ao consumo de energia elétrica, visto que este tipo de equipamento possui elevado grau de utilização diária, e todos os Terminais e Portos de exportação de minério de ferro, utilizam este tipo de equipamento, sendo amplamente aplicáveis as recomendações de melhoria da eficiência energética descritas neste trabalho.

II. OBJETIVOS

- Avaliar as premissas de projeto hidráulico especificadas para Viradores de Vagões com capacidade de descarga de 140 t bruta;
- Avaliar a eficiência energética do Sistema Hidráulico do Virador de Vagões 1 e 2, instalado no Terminal Marítimo da Ilha Guaíba localizado na cidade de Mangaratiba – Rio de Janeiro;
- Identificar oportunidades de melhorar a eficiência energética do sistema hidráulico;
- Propor ações e recomendações para melhorar a eficiência energética do sistema hidráulico;

III. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A descarga de vagões seja tipo GDT ou GDU, é realizada através de um equipamento de descarga denominado Virador de Vagões. Conforme ilustrado na Figura 1, o equipamento é composto de um conjunto estrutural e subsistemas aos quais recebem os vagões para realização do movimento de giro. O equipamento possui sistemas auxiliares e sistemas de automação para garantir o sequenciamento de movimentos e condições operacionais de posicionamento e segurança do equipamento.

ISSN 1809-3957

Figura 1 – Virador de Vagões 1 e 2 instalado no Terminal Marítimo da Ilha Guaíba - RJ (Foto cedida pela Vale).

Conforme ilustrado na Figura 2, após a finalização do processo de posicionamento dos vagões na estrutura de giro do Virador de Vagões, ocorre o giro do equipamento e consequentemente, a descarga do material ocorre devido à força gravitacional, o início do ângulo de escoamento é definido através do ângulo de acomodação dos materiais a serem descarregados, para o caso no minério de ferro, o ângulo de acomodação do material é de 15º.

Figura 2 – Descarga de minério de ferro no Virador de Vagões (Foto cedida pela Vale).

O segundo elemento do Virador de Vagões é denominado Carro Posicionador de vagões, este equipamento e composto por um conjunto estrutural, sistemas elétricos e sistema hidráulico associado a um braço mecânico, que por sua vez, se posiciona entre os vagões para realizar a movimentação do trem durante o processo de descarga, posicionando os vagões dentro e fora da estrutura de giro do Virador de Vagões, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Posicionador de Vagões (Foto cedida pela Vale).

Uma vez completado a descarga do material no virador de vagões, através da força gravitacional, o minério é escoado através de Silos, trata-se de uma estrutura adequadamente dimensionada e localizada no nível subterrâneo, e atua como um funil, canalizando o minério para os alimentadores, que funcionam como esteiras rolantes e são responsáveis por movimentar o minério até a correia transportadora, que por sua vez conduzem o minério para a área de interesse, conforme representado na Figura 5.

Figura 5 – Silo de Descarga de minério de ferro (Foto cedida pela Vale).

As correias transportadoras são responsáveis pela conexão entre o virador de vagões e os pátios de estocagem, onde dependendo da necessidade operacional, as mesmas podem conduzir o minério do virador para os pátios de estocagem ou diferentes rotas. A Figura 6 ilustra um transportador de correias típico utilizado para transporte de materiais.

ISSN 1809-3957

Figura 6 – Transportador de Correias (Foto cedida pela Vale).

Conforme ilustrado na Figura 7, os equipamentos de empilhamento de materiais instalados nos pátios de estocagem têm por finalidade empilhar o minério para posterior manuseio e carregamento de navios.

Figura 7 – Equipamento de Manuseio de Materiais Empilhadeira e Recuperadora (Foto cedida pela Vale).

IV. METOTOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma análise dos dados de projeto, especificamente, avaliação dos esforços mecânicos nos vagões e avaliação do sistema hidráulico, visando comparar as premissas teóricas do projeto e condições reais encontradas no equipamento.

As principais informações do Virador de Vagões e sistema hidráulico utilizado estão apresentadas na tabela 1 e tabela 2, e foram obtidas através de desenhos técnicos e informações dos fabricantes de Viradores de Vagões.

Tabela 1 – Capacidade de Projeto Virador de Vagões.

Capacidade de projeto	8500 t/h
Tipo de vagão descarregado	GDT ou GDU
Tempo total do ciclo de descarga	85 s
Capacidade do vagão	140 t
Tipo de Virador de Vagões	Duplo

Tabela 2 – Dados de projeto do sistema hidráulico.

Dados do Sistema Hidráulico	
Tipo de bomba	Pistões axiais vazão variável
Potência instalada	40 Cv
Rotação do motor	1750 rpm
Pressão de trabalho	80 Bar
Número de conjunto motobombas	2
Tipo de reservatório hidráulico	Atmosférico
Forma construtiva do reservatório hidráulico	Construção soldadas retangular

As figuras 8 e 9, respectivamente, ilustram a sala hidráulica e a unidade de potência hidráulica do sistema hidráulico principal do Virador de Vagões, instalado em um terminal privativo no estado do Rio de Janeiro.

Figura 8 – Sala Hidráulica instalada no Virador de Vagões 1 e 2 (Foto cedida pela Vale).

Figura 9 – Unidade de Potência Hidráulica instalada no Virador de Vagões 1 e 2 (Foto cedida pela Vale).

Após a obtenção dos dados de projeto, foi desenvolvido um estudo dos tempos e movimentos de cada atuador hidráulico, para definir a vazão unitária e vazão total do sistema hidráulico. Os resultados apresentados foram obtidos através de estudos do processo de descarga do equipamento, considerando a necessidade do ciclo mínimo do projeto para descarga de minério de ferro, estes dados

foram obtidos através do sistema supervisório do equipamento e dados coletados no campo [1] e [2].

QT = Σ Q instantâneo
QT = QCHG1 + QCHG2 + QCHG3 + QCHG4
QT = 195,09 [lpm]
QB = 175 [lpm]
QD = QT – QB = 20,09 [lpm]
Legenda:
QT – consumo instantâneo
QB – vazão da bomba
QD – vazão dos acumuladores
QCHG – vazão cilindro hidráulico garra retorno
QCHP – vazão cilindro hidráulico parede avanço

Após o desenvolvimento de estudos para definição da vazão máxima instantânea do sistema hidráulico, foi realizado o estudo de esforços mecânicos no sistema de travamento vertical dos vagões com a finalidade de definir as condições de contorno e pressões de trabalho nas diversas condições de descarga de vagões [1].

Dados do atuador hidráulico:
Diâmetro Haste – 70 [mm]
Diâmetro do êmbolo – 160 [mm]
A êmbolo - 201,06 [cm2]
Área da coroa – 162,6 [cm2]
Pressão inicial (projeto) – 80 [Kgf/cm2]
Incremento de Pressão na área da coroa (após a descarga de minério de ferro) – 365,73 [Kgf/cm2]
Pressão final – 445,73 [Kgf/ cm2]

O efeito do ajuste da pressão do sistema hidráulico e vazão influenciam diretamente no consumo de potência elétrica, desta forma, foi realizada uma análise da potência consumida do sistema hidráulico em função de diversos ajustes de pressão, os resultados são apresentados nas Tabelas 3 e 4 [3] e [4].

$$Q = \frac{V \bullet n \bullet \eta_{vol}}{1000} \text{ [l/min]}$$

$$P_{an} = \frac{p \bullet Q}{600 \bullet \eta_{ges}} \text{ [kW]}$$

$$M = \frac{1{,}59 \bullet V \bullet \Delta p}{100 \bullet \eta_{mh}} \text{ [Nm]}$$

$$\eta_{ges} = \eta_{vol} \bullet \eta_{mh}$$

Onde:

Q = Vazão (ou fluxo volumétrico) [l/min]
V = Volume nominal [cm^3]
n = Rotação de acionamento da bomba [min^{-1}]
P_{an} = Potência de acionamento [kW]
p = Pressão operacional [bar]
M = Torque de acionamento [Nm]
η_{ges} = Rendimento total (0,8-0,85)
η_{vol} = Rendimento volumétrico (0,9-0,95)
η_{mh} = Rendimento hidráulico mecânico (0,9-0,95)

Tabela 3 – Resultados de pressão e potência elétrica para as diversas condições de trabalho avaliadas (rendimento volumétrico e mecânico hidráulico de 95%).

Pressão de trabalho	Potência elétrica	Atendimento as premissas do projeto
10 bar	4,392 cv	Não
15 bar	6,588 cv	Não
20 bar	8,784 cv	Não
25 bar	10,98 cv	Não
30 bar	13,18 cv	Não
35 bar	15,37 cv	Sim
40 bar	17,57 cv	Sim
45 bar	19,76 cv	Sim
50 bar	21,96 cv	Sim
55 bar	24,16 cv	Sim
60 bar	26,35 cv	Sim
65 bar	28,55 cv	Sim
70 bar	30,75 cv	Sim
75 bar	32,94 cv	Sim
80 bar	35,14 cv	Sim

Tabela 4 – Resultados de pressão e potência elétrica para as diversas condições de trabalho avaliadas (rendimento volumétrico e mecânico hidráulico de 90%).

Pressão de trabalho	Potência elétrica	Atendimento as premissas do projeto
10 bar	4,894 cv	Não
15 bar	7,341 cv	Não
20 bar	9,788 cv	Não
25 bar	12,23 cv	Não
30 bar	14,68 cv	Não
35 bar	17,13 cv	Sim
40 bar	19,58 cv	Sim
45 bar	22,02 cv	Sim
50 bar	24,47 cv	Sim
55 bar	26,92 cv	Sim
60 bar	29,36 cv	Sim
65 bar	31,81 cv	Sim
70 bar	34,26 cv	Sim
75 bar	36,70 cv	Sim
80 bar	39,15 cv	Sim

Foram realizados estudos operacionais, visando mensurar o tempo que as bombas do sistema hidráulico trabalham em plena carga durante o período de 1 ano, os resultados estão apresentados na Tabela 5.

ISSN 1809-3957

Tabela 5 – Dados operacionais de tempos de operação dos atuadores hidráulicos (informações cedidas pela Vale).

Dados Operacionais	Valor	Unidade
Número de vagões	134	NA
Tempo de fechamento da trava vertical	3	s
Tempo de abertura da trava vertical	3	s
Tempo total na descarga de 134 vagões	0,111667	h
Tempo mensal do sistema hidráulico trabalhando em carga	20,1	h/mês
Tempo anual do sistema hidráulico trabalhando em carga	241,2	h/ano

Após avaliação dos dados operacionais, foram realizados vários testes para definição da pressão mínima de trabalho da unidade de potência hidráulica, com objetivo de definir a menor pressão de trabalho e a respectiva potência elétrica, de tal forma a garantir a funcionalidade do sistema de travamento vertical de vagões atendendo ao tempo mínimo de avanço e retorno dos atuadores hidráulicos dentro das premissas do projeto.

Após a obtenção dos resultados de ajuste de pressão, foi definido através de método experimental que a pressão de trabalho ideal é de 50 bar, limitado pelo range de ajuste do manômetro digital instalado no equipamento e atendimento ao tempo de avanço e retorno dos atuadores hidráulicos.

Com o novo ajuste de pressão do sistema hidráulico, foi necessário redefinir o valor de pressão de pré-carga dos acumuladores hidráulicos de tal forma a não prejudicar a vazão do sistema.

Os valores projetados de economia de consumo de energia elétrica, representam 2605,56 kW/ano, sendo que cada Virador de Vagões possui um sistema independente para unidade de potência hidráulica, temos uma projeção de economia de 5,211,11 kW/ano.

Em função do sistema hidráulico ter sido implantado recentemente, especificamente em Abril de 2014, não é viável neste momento a substituição dos motores elétricos de 40 cv para 25 cv, visto que os mesmos encontram-se em início do ciclo de vida. Recomenda-se no ciclo de substituição dos motores por manutenção, que seja avaliado a viabilidade econômica para substituição dos motores para a potência de 25 cv.

V. DIFICULDADES ENCONTRADAS

Em função de ser um equipamento extremamente utilizado e não existir oportunidades de paralizações operacionais para realização de verificações e ensaios no equipamento, a parte instrumental ficou extremamente difícil de ser realizada e confrontar todos os dados teóricos no campo, desta forma, as informações referentes a grandezas elétricas e estudo de tempos e movimentos foram obtidas através do sistema supervisório, dados do PLC e drivers do equipamento.

A variação dos parâmetros de pressão do sistema hidráulico foi realizada, todavia, para confirmação dos dados teóricos para pressão de 50 bar não foi possível a realização do ajuste de campo com valores inferiores, visto que o manômetro digital instalado não possui range inferior a esta pressão de trabalho.

VI. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

- Após avaliação dos parâmetros de processo, pressão de trabalho e consumo instantâneo, foi constatado que o sistema está dimensionado adequadamente em relação a vazão do sistema;
- O valor indicado de pressão no projeto de 80 bar para operação do sistema hidráulico está superdimensionado, visto que a pressão inicial não é a responsável pelo travamento dos vagões;
- Após realização dos testes, foi identificado através de método experimental que a pressão mínima necessária para movimentar o atuador sem carga é de 34 bar;
- Por medidas de segurança operacional, foi definido o ajuste de pressão do sistema hidráulico em 50 bar para garantir a validação do sinal do manômetro digital e condição de validação no PLC;
- O novo ajuste de pressão “50 bar”, possibilita uma redução na potência consumida de 40 cv para 25cv, representando uma redução de 37,5%;
- O novo ajuste de pressão “50 bar”, possibilita uma redução de consumo de energia da ordem de 2.605 kW/ano, desconsiderando a potência consumida para operação da bomba sem carga;
- A pressão final de trabalho após a descarga de minério foi reduzida de 445bar para 415bar, consequentemente, reduzindo os esforços mecânicos na estrutura de travamento de vagões e haste do atuador hidráulico;
- Custo de investimento desprezível para obtenção de resultados de melhoria na eficiência energética do sistema hidráulico;

VII. REFERÊNCIA

1- LINSINGEN, I. V. Fundamentos de sistemas hidráulicos. Florianópolis, SC: Editora UFSC, 2003. p. 17 – 24, p. 140 - 179.

2- AZEVEDO NETTO, J. M., *et alli*. - "Manual de Hidráulica", Ed. Edgard Blucher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998.

3- ZANGRANDI, J. F. Um método para o projeto de máquinas de pistões axias tipo Swashplate. 110p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia –

Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 1993.
4- KRUTZ,G.W.; SCHULLER, J.K.; CLARK II, P.W. Machine design for mobile and industrial applications. Warrandale,Pa, SAE International, 2 ed.,1999. 592 pag.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

AVALIAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM TRANSPORTADORES DE CORREIA PARA MATERIAL GRANULADO E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

ALFREDO MOISES SARKIS[1]; ROBSON FLORES DE CARVALHO[1]; TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA[1]

1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ
alfredo.sarkis@vale.com

***Resumo** - Este trabalho teve como objetivo avaliar, sob o ponto de vista do consumo de energia, um transportador de correia instalado num Porto de exportação de minério de ferro. A análise focou duas abordagens: a primeira na alteração dos suportes da correia constituídos de cavaletes com 3 rolos de carga e a segunda o redimensionamento da correia e correspondente potência, para a mesma capacidade de projeto. Ambas as análises mostraram que a redução de potência efetiva consumida pode chegar a 12,43 %, (1ª abordagem) e 8 % para a 2º abordagem. Além de redução na conta de energia anual na ordem de 20 a 24%.*

***Palavras-chave:** Transportador de correia. Redução de energia. Mineração.*

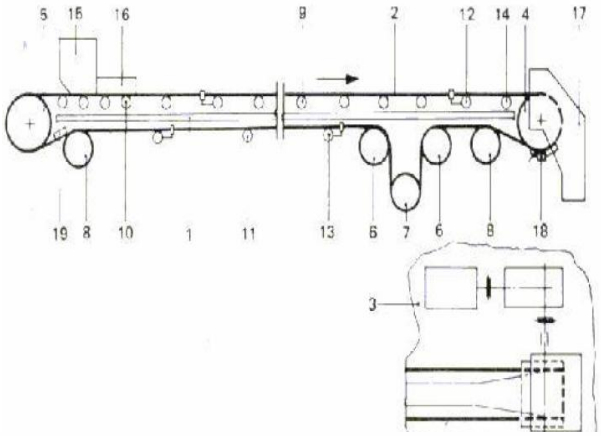
I. INTRODUÇÃO

Transportadores de correia constituem o meio mais difundido para o transporte de grandes quantidades de material, cujo desenvolvimento se iniciou por volta de 1830 [1] e desde então, grandes inovações foram introduzidas, até os projetos atuais.

Os sistemas em operação hoje podem atingir capacidades de 40.000 t/h, podendo cobrir distâncias de até 50 km [2]. A versatilidade do transporte por correias faz com que este equipamento tenha grande importância na indústria de mineração e dados do setor apontam que o custo de operação chega a totalizar 16% do custo global e também que o dispêndio energético pode representar 40% da energia utilizada em processos minerais [2].

Os transportadores são arranjos de componentes mecânicos, elétricos e estruturas metálicas, com desenho horizontal ou inclinado (ascendente ou descendente), ou em curvas (côncavas ou convexas). Pode ainda ser uma combinação de quaisquer destes perfis, onde através de uma correia contínua com movimento reversível ou não, se desloca sobre tambores, roletes e/ou mesas de deslizamento, com ponto de carregamento e descarga de material.

A figura 1 mostra o arranjo típico de um transportador e seus principais componentes.



1. Estrutura
2. Correia transportadora;
3. Conjunto de acionamento;
4. Tambor de acionamento;
5. Tambor de retorno;
6. Tambor de desvio;
7. Tambor de esticamento;
8. Tambor de encosto;
9. Rolete de carga;
10. Rolete de impacto;
11. Rolete de retorno;
12. Rolete auto-alinhante de carga;
13. Rolete auto-alinhante de retorno;
14. Rolete de transição;
15. Chute de alimentação;
16. Guias laterais;
17. Chute de descarga;
18. Raspador;
19. Limpador.

Figura 1 – Esquemático de um transportador e seus principais componentes.

O estudo realizado, neste trabalho, foi referente a um transportador instalado num terminal de exportação de minério de ferro, localizado no litoral sul do Rio de Janeiro, com capacidade de carregamento anual de 50 milhões de toneladas.

O terminal recebe o minério proveniente das minas localizadas no Estado de Minas Gerais, através da malha ferroviária. Uma vez no terminal, os trens são descarregados por equipamentos denominados viradores de vagões, e por intermédio de diversos transportadores e equipamentos devidamente instalados na planta, o minério de ferro pode ser estocado nos pátios para posterior carregamento dos navios e/ou carregados em rota direta.

ISSN 1809-3957

O terminal é subdivido em três setores: descarga, pátio e embarque. Em seu layout estão instalados 25 transportadores, para executar as diversas rotas de distribuição interna do minério.

O transportador de correia em estudo está situado no setor de embarque, instalado na ponte de acesso ao píer de atracação de navios, cujo tag é TC08A, conforme pode ser visto na figura 2, em destaque pela seta. A figura representa o layout do terminal.

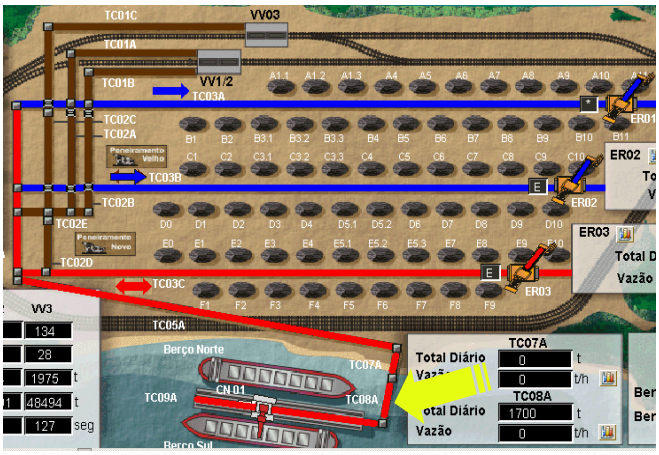


Figura 2 – Layout do terminal e local de instalação do transportador TC08A. Fonte: Centro de controle operacional-Terminal Ilha Guaíba, Vale S.A.

Diversos projetos já foram concebidos para o terminal, visando expandir a capacidade de produção, e/ou projetos de melhoria de desempenho etc.

Porém, o contexto dos projetos e a tomada de decisão para a solução a ser adotada, têm como principais métricas: o custo e prazo do investimento, mesmo adotando-se critérios de projeto normalizados.

Recentemente, a importância de se levar em conta requisitos como eficiência energética e impactos ao meio ambiente estão se tornando mais evidentes nos projetos, apesar de ainda serem incipientes. O presente trabalho visa analisar principalmente, sob o ponto de vista energético, as possíveis reduções de energia, adotando-se como premissas outras soluções técnicas para o transportador TC08A.

As características do transportador TC08A estão descritas abaixo e o arranjo construtivo está mostrado na figura 3, cujo perfil é horizontal com um trecho de inclinação ascendente em direção a região de descarga. A descarga pode ser feita para dois transportadores localizados no píer, conforme opção operacional, através da existência da cabeça móvel que translada o tambor de descarga conforme necessidade. Este dispositivo foi incorporado ao equipamento original, sem alteração da potência instalada.

- Capacidade de projeto: 13.800 t/h
- Capacidade nominal: 11.500 t/h
- Comprimento: 468 m / centro a centro de tambor.
- Largura da correia: 1524 mm (60”)
- Velocidade: 5,06 m/s
- Material transportado: minério de ferro
- Granulometria < 50 mm
- Peso específico: 2,5 t/m^3
- Grau de enchimento: 98,7%
- Potência: 2 x 600 hp, motores WEG AC
- Tensão de alimentação: 4160 V
- Elevação: 5 m
- Redutor: modelo Falk 2177-ZB2-S-22
- Potência mecânica – 1050 hp
- Potência térmica – 700 hp
- Redução – 1:21,29
- Rotação/min de saída – 83,84 rpm
- Correia tipo Stacker: ST 1700

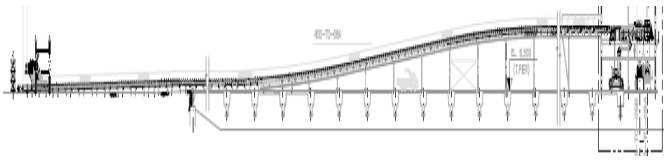


Figura 3 – Arranjo construtivo do transportador TC08A. Fonte: Arquivo técnico, Terminal da Ilha Guaíba, Vale S.A.

A configuração do suporte de rolete de carga é de três rolos iguais, sendo um central e dois laterais inclinados em 45º. O número total de suportes deste tipo, montados ao longo do equipamento é de 440.

O transportador está montado sobre uma estrutura metálica com largura de 1974 mm, num total de 7100 mm de largura de ponte, por onde transitam pessoas e veículos diversos.

A análise efetuada focou duas abordagens:

1) Considerando a alteração dos suportes da correia de cavaletes com 3 rolos de carga, sendo dois rolos laterais e um rolo central para cavaletes com dois rolos laterais e dois rolos centrais (patente requerida SVEDALA), levando-se em conta os parâmetros de projetos aplicados na indústria.

2) Considerando o redimensionamento da correia e correspondente potência, para a mesma capacidade de projeto, levando-se em conta os parâmetros das normas de engenharia de equipamentos vigentes.

II. METODOS

O estudo realizado teve como referência os fundamentos teóricos que suportam a análise de esforços em transportadores já consagradas na engenharia de equipamentos, normas vigentes para seleção de componentes, cálculo de esforços e capacidade de transportadores e estudo de caso em planta industrial similar que permite mensurar valores aqui utilizados.

2.1 Conceito teórico

As resistências ao movimento da correia influenciam diretamente a potência absorvida do equipamento e no dimensionamento quando da fase de projeto. As resistências são compostas por parcelas distribuídas e concentradas ao longo do transportador.

Segue abaixo as resistências consideradas:

a) Peso do material transportado;
b) Peso da correia;
c) Roletes e tambores;
d) Dispositivos de limpeza;
e) Trechos inclinados (elevação/descida);
f) Guias laterais e desviadores;
g) Trechos curvos;
h) Aceleração da carga e
i) Outros dispositivos.

ISSN 1809-3957

O item ‘c’ que referencia o rolete contribui com a parcela da resistência ao movimento devido a três fatores principais:

1 - Atrito proveniente da flexão da correia/peso do material entre os apoios, formando uma catenária. Figura 4a.
2 - Atrito pela impressão da correia no rolete, devido à deformação da mesma. Figura 4b.
3 - Atrito nos rolamentos e vedações.

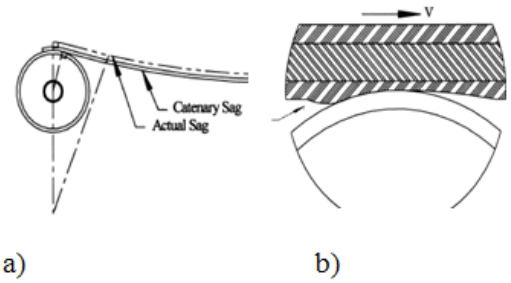


Figura 4 – a) Flexão da correia e b) Impressão da correia. Fonte: CEMA, 6º edition.

Para a análise teórica foi utilizado método padrão CEMA, para determinar a tensão e potência efetiva do transportador, que para o arranjo construtivo do transportador TC08A é válido. A partir do cálculo, foram realizadas as comparações e verificado a viabilidade de implantação técnica e uma aproximação quanto ao custo.

Abaixo a expressão matemática [1] para o método padrão, comumente utilizado na engenharia de transportadores e que é mais adequada que o método simples existente.

$$T_e = L \times K_t \left(K_x + K_y \times W_b + .015 W_b\right) + W_m \left(L \times K_y + H\right) + T_p + T_{am} + T_{ac} \quad (1)$$

Onde :
Te = tensão efetiva – kgf
L – Comprimento do transportador.
H – Altura de elevação/descida do material
Kt – Coeficiente de temperatura.
Kx – resistência à rotação dos roletes e deslizamento da correia sobre os mesmos (adimensional)
Ky – resistência devido à flexão da correia e da carga sobre os roletes. (adimensional)
Wm – peso do material- kgf/m
Wb – peso da correia- kgf/m
Tp – tensão para flexionar a correia nos tambores e vencer a resistência nos rolamentos. (kgf)
Tam – tensão para acelerar o material durante o carregamento.
Tac – tensão para vencer o atrito dos acessórios (guia lateral, raspadores, desviadores, etc...)

Os valores de **Wm, Wb e L** são previamente obtidos a partir dos dados do transportador existente.

O valor de **Kt** foi considerado como 1 (um), pois não há variação de temperatura.

O valor de **Kx** é obtido a partir da fórmula:

$$Kx = 0{,}00068\ (Wm + Wb) + f/a_c \quad (2)$$

Onde:
f – coeficiente de resistência, tabelado em função do diâmetro do rolete.
a_c – espaçamento entre roletes.

Notar que a contribuição da resistência dos roletes de retorno do transportador já está inserida na fórmula geral, na parcela 0,015Wb.

Os valores de **Tp** , **Tam** e **Tac** são dados por:

- Tp (kgf), tabelado, conforme norma NBR 8205

$$\text{- Tam (kgf)} = (V^2 - V0^2) / 36.V \quad (3)$$

Onde:
Q – Capacidade de carga (t/h)
V – Velocidade da correia (m/s)
V0 – Velocidade de entrada do material na correia (m/s)
Ambas as velocidades tratadas vetorialmente.

- Tac (kgf) , temos:

$$\text{Raspadores} = (0{,}9 \text{ a } 1{,}4)\ .\ B \text{ kgf/polegada} \quad (4)$$

Onde B é a largura da correia em polegadas.

$$\text{Guia lateral} = 0{,}01488.\ Cs.Lg.B^2 + 8{,}92.Lg \quad (5)$$

Onde:
Cs – fator de atrito nas guias, tabelado ou calculado por: $(\gamma m / 2{,}3).[(1-\text{sen}\theta)/(1-\text{sen}\theta)]$.
γm - peso especifico do material (t/m^3).
θ – ângulo de repouso (graus).
Lg – comprimento da guia (m).
B – Largura da correia (polegadas).

E finalmente, uma vez determinada a tensão efetiva, calculamos a potência efetiva pela relação:

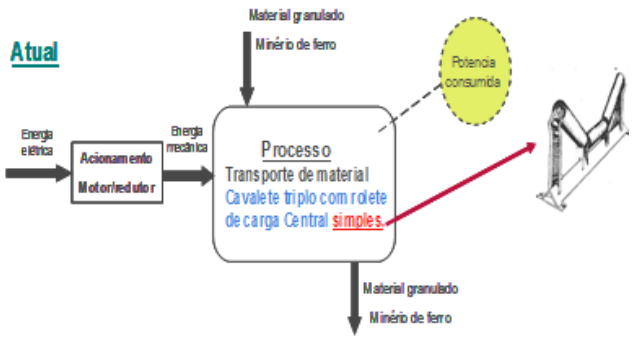
$$Pe = (Te.V)/75 \quad (6)$$

Sendo:
Pe = Potência efetiva (hp)
Te = tensão efetiva – kgf
V – Velocidade da correia (m/s)

2.2 Procedimento de cálculo

2.2.1 Primeira abordagem técnica

Neste caso a consideração é a substituição do tipo de suporte do rolete de carga, ver figura 5a e 5b.



ISSN 1809-3957

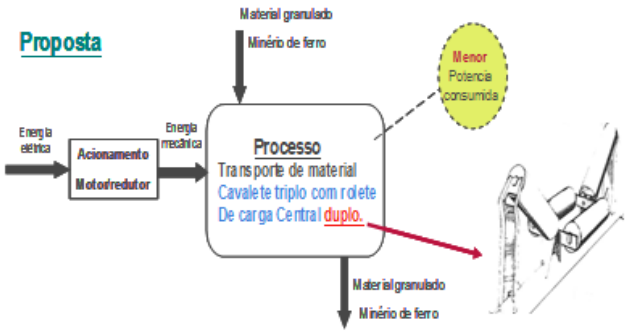


Figura 5 – a) Condição atual e b) condição proposta

Na condição proposta, com roletes centrais duplos, a distância entre os roletes é reduzida, favorecendo a menor flexão e impressão da correia, e consequentemente a redução da potência de atrito. E também reduz a carga atuante sobre cada rolete.

O rolete de carga utilizado no transportador é metálico e possui as seguintes características e configuração:

- Diâmetro externo 165 mm
- Comprimento do rolo – 538 mm
- Comprimento do eixo – 576 mm
- Rolamento rígido de esfera – 6310, eixo de 50 mm.

Na Figura 6 podemos ver um comparativo das duas configurações de montagem, onde a distância entre suportes é de 1 m (1000 mm).

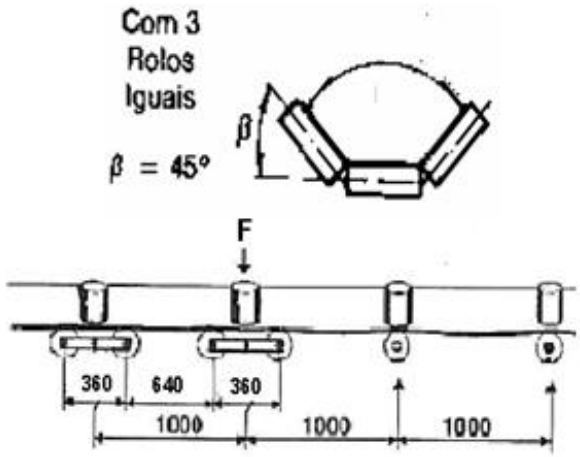


Figura 6 – Configuração de montagem dos roletes.

Para este estudo foi considerado o mesmo rolete de carga para as duas condições de montagem, visando manter componentes padronizados.

Utilizando os dados conhecidos do transportador e as tabelas, ábacos, interpolações e gráficos contidas nas normas relacionadas, e inserido nas equações (1) a (6) apresentadas, foram calculadas as tensões e potências efetivas para a capacidade de projeto do equipamento de 13800 t/h.

Isto, para as duas condições de montagem dos suportes. Na equação (1), as únicas variáveis que se alteram para ambos os casos são os fatores Kx e Ky.

Como não foi alterado o tipo de rolete (rolamento/vedação), o valor Kx não foi alterado, sendo aqui uma consideração conservadora.

Resta então o valor de Ky, que como mencionado, foi calculado a partir de tabelas e interpolações. E neste caso, também de dados experimentais obtidos em testes realizados em transportador similar, de mesma aplicação portuária e de produto e mesma ordem de grandeza de esforços, onde foi determinada a força de arraste nos suportes e extrapolado o valor de Ky [2]. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos:

Tabela 1 – Resultados dos cálculos da potência.

1 - Configuração atual				
Ky1 Trecho reto	Ky2 trecho curvo	Kx	Te1 Kgf	Pe1 Hp/kW
0,024	0,020	1,722	16.386,99	1105,6/824,33
2 - Configuração proposta				
Ky1 Trecho reto	Ky2 trecho curvo	Kx	Te2 Kgf	Pe2 Hp/kW
0,018	0,018	1,722	14.349,12	968,12/722,22

Fazendo uma análise direta da vida teórica do rolamento para uma carga puramente radial, têm-se:

$$fh = fn.\ [Cr/Pr]$$

- fh: fator de vida
- fn: fator de rotação
- Cr: Carga dinâmica nominal
- Pr- Carga dinâmica equivalente (atuante).

Sendo que: $L10h = 500.\ fh^p$, que é a vida em horas do rolamento, na referência nominal de 1 milhão de revoluções. Para rolamento de esfera o índice p é igual a 3, então a Tabela 2 mostra os resultados obtidos:

Tabela 2 – vida em horas do rolamento.

Configuração atual		Configuração proposta	
fh	7,42	fh / fh*	8,37 / 16.73
L10h- horas	204.250	L10h - horas	292.974 / 2.343.793 *

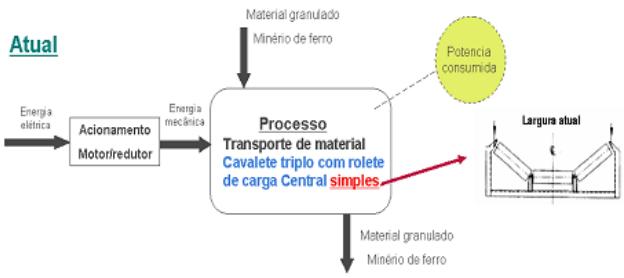
*carga dividida por dois roletes.

Este resultado (fh) se baseia na distância menor entre roletes e também (fh*) no valor da carga dinâmica equivalente (Pr) dividido por dois roletes.

Apesar de não ser objeto deste estudo, é possível conceber a idéia que roletes menores, podem ser usados favorecendo a redução dos atritos e custos com sobressalentes.

2.2.2 Segunda abordagem técnica

Nesta abordagem, foram calculados os esforços para um transportador de largura maior, para a mesma capacidade de projeto (ver Figura 7), e mantendo-se os suportes conforme a configuração atual – um rolete de carga central (Figura 5a).



ISSN 1809-3957

Figura 7 – Condição atual e proposta de aumento de largura do TC08A.

Devido à largura da ponte, de certa forma limitada, foi adotada uma largura de correia imediatamente superior, estabelecido em norma, cuja dimensão é 72" (1828 mm) e o arranjo do transportador mantido o mesmo, então, na Tabela 3 pode ser visto os resultados:

Tabela 3 – Resultados dos cálculos da potência.

1 - Configuração: largura maior				
Ky1 Trecho reto	Ky2 trecho curvo	Kx	Te Kgf	Pe Hp/kW
0,023	0,019	1,86	19.070,02	1017,06/758,73
1 - Configuração: largura maior				
Grau de enchimento - %			86,4	
fh			7,03	
L10h- horas			174.147	

O Novo grau de enchimento é obtido em função da capacidade volumétrica do transportador para determinada largura, velocidade e seção transversal.

Com relação ao gasto anual com energia, têm-se:

- 7488 horas por ano de utilização, (já descontado paradas programadas e não programadas, ociosidades pela rota, falta de produto, etc.).
- 0,433 R$/kWh – valor da energia, horário de ponta.
- 0,224 R$/kWh – valor da energia, horário fora de ponta.

O custo da energia (consumo) é igual a: Potência efetiva x Horas x Custo da potência no tempo. Então:

1º Abordagem

Situação atual:

824,33 kW x 627 x 0,433 + 824,33 kW x 6861 h x 0,224 R$/kWh = **R$ 1.714.479,45**

Situação proposta:

722,22 kW x 627 x 0,433 + 722,11 x 6861 h x 0,224 R$/kWh = **R$ 1.306.030,15**

A diferença (economia) do gasto com energia devido ao consumo no período de um ano é de **R$ 408.449,30.**

2º Abordagem

758,73 kW x 627 x 0,433 + 758,73 x 6861 h x 0,224 R$/kWh = **R$ 1.372.053,19**

Em relação à situação atual a economia é de: **R$ 342.426,26.**

III. RESULTADOS

3.1 Cálculos

Os resultados obtidos (ver Tabela 4) mostram que a potência instalada do transportador está adequada, já que a ordem grandeza e os valores absolutos calculados estão aderentes, pois não levam em conta os rendimentos dos acionamentos e/ou outros fatores que determinam a seleção final da potência nominal da motorização. A potência efetiva é reduzida em ambas as abordagens.

Tabela 4 – Resultados comparativos – percentuais.

1º Abordagem		2º Abordagem	
Potência efetiva	Tensão efetiva	Potência efetiva	Tensão efetiva
Redução de 12,43%	Redução de 12,43%	Redução de 8 %	Aumento de 16%
1º Abordagem		2º Abordagem	
Grau de enchimento	Vida rolamento	Grau de enchimento	Vida rolamento
inalterado	Aumento de 1100%	Redução de 12,2 %	Redução de 14%

Para a primeira abordagem, em termos de esforços mecânicos no transportador, obtêm-se uma vantagem mecânica. Os rolamentos têm a sua vida teórica aumentada, quando analisamos em termos de cargas atuantes nos mesmos. A experiência mostra que uma boa vedação é de fundamental importância para a aplicação estudada e para fazer valer os resultados estimados. A solução da vedação já esta bem estabelecida para a aplicação e já em uso em transportador similar, podendo ser usado de forma completa no conjunto rolete/suporte proposto.

Na segunda abordagem, como esperado, os esforços no transportador são acrescidos em termos de tensões, apesar da redução de potência.

Com relação ao grau de enchimento, existe uma melhora, devido à maior área de carregamento de material, Isto é muito relevante, pois os problemas de vazamentos de material podem causar transtornos para o dia a dia operacional e por vezes um certo impacto ambiental e reputacional da empresa.

Outro fator a se levar em conta, é que com o tempo a qualidade do material diminui e o minério é fornecido com peso específico menor, fazendo com que o volume na correia aumente, para a mesma taxa de produção. Então, com um grau de enchimento menor é possível absorver maiores volumes.

Outra oportunidade de ganho é a possibilidade de alterar o redutor para eixos paralelos que possui rendimento ligeiramente maior que o redutor atual, que possui eixos ortogonais, desde que exista espaço físico.

3.2 Viabilidade

Em ambos os estudos existem a viabilidade técnica para a implantação, por se tratar de serviços de baixo grau de dificuldade, materiais padronizados em sua maioria no site e de domínio técnico, além de não apresentar nenhuma nova tecnologia.

Com relação à implantação de algumas das soluções propostas, sinalizamos apenas alguns valores aproximados e não conservadores, para uma avaliação básica. Não é objeto de estudo, a avaliação da viabilidade econômica e o *payback*, porém ganhos com relação à vida útil dos componentes e redução de paradas devido a vazamentos, contribui num valor de *payback* mais atraente, além da economia dos gastos com energia.

Na primeira abordagem, por se tratar de apenas adequação/substituição de suportes, têm-se um investimento estimado de **R$ 195.180,00**, cujo valor é baseado nos preços

ISSN 1809-3957

praticados no site para roletes, montagem/desmontagens e material metálico.

Na segunda abordagem, por se tratar de aumento de largura, com troca de suportes, roletes, correia, tambores e reforços estruturais na estrutura existente, o investimento estimado é de **R$ 4.389.500,00,** cujo valor é baseado nos preços praticados no site, para obras do tipo investimento correntes. Este caso envolve uma parada de produção de pelo menos 15 dias/24 horas.

O transportador TC08A foi repotenciado em 2004, mantendo-se a largura de 60", porém com troca de roletes, conjuntos de acionamentos, painéis elétricos e alguns reforços estruturais, além do aumento de velocidade. Aspectos como da redução do consumo de energia , não foi levado em conta para a tomada de decisão, porém atualmente não se pode mais deixar de compor o conjunto de premissas a serem discutidas para empreendimentos desta natureza.

IV. CONCLUSÃO

A avaliação teórica mostrou através dos valores encontrados, que a potência instalada está adequada em relação à taxa de produção prevista em projeto e cargas envolvidas.

Na abordagem 1, o suporte alternativo atua na redução das causas que geram a potência de atrito e consequentemente reduz a potência efetiva, porém é recomendado para transportadores longos.

Na abordagem 2, apesar do aumento de largura da correia e esforços mecânicos, a potência efetiva requerida é menor, pela condição de velocidade menor e o grau de enchimento da correia é menor, o que favorece a redução de vazamentos, muitos constantes devido à redução de peso específico do minério.

Existe viabilidade técnica de implantação para ambos os estudos, por se tratar de tecnologia conhecida e de domínio técnico. E sob o ponto de vista de energia é viável a implementação de um transportador de correia com largura maior para o perfil estudado. Isto reforça a idéia de incluir estas premissas nas tomadas de decisão em projetos.

Existe a possibilidade de ganhos com a redução do tempo de troca de materiais rodantes devido às cargas menores ou velocidade menor, porém as boas condições de manutenção, independentes da aplicação das alternativas propostas devem sempre ser mantidas.

Ambos os estudos mostram a possibilidade de redução de consumo de energia anual e no caso de decisão para a implementação das modificações, deverá ser feito uma avaliação mais rigorosa dos investimentos e ganhos, em função da estratégia e momento da empresa.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CEMA - Conveyor Equipment Manufacturer Association, Belt Conveyors for Bulk Materials, 6º edition, 2007.

[2] NETO, J.F.; STANIAK, K., Artigo "**Economia de energia em transportadores**,D-281-P, 1994.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 8205 – Cálculo de força e potência – Transportadores contínuos**, 1988.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 6678 – Roletes: Projeto, Seleção e Padronização – Transportadores contínuos**, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 8011 – Cálculo de capacidade de transportadores contínuos**, 1994.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 6177 – Transportadores de correia-Terminologia**, 1998.

PROCEL - **Eficiência Energética Industrial – Correias transportadores, guia avançado**, 2009.

PROCEL – **Correias Transportadoras, guia básico**, 2009.

BUDINAS, R.G.; NISBETT, J.K. **Elementos de Máquinas de Shigley,** 8º edição, 2011.

NTN CORPORATION, **Catálogo de rolamentos de esferas e rolos**, 1998.

MARTIN ENGINEERING, **Foundation, Guia prático para um controle mais limpo, seguro e produtivo de pó e material a granel,** 4º edição, 2009.

ARQUIVO TÉCNICO, Empresa VALE S/A, **Banco de dados eletrônico**, Terminal da Ilha Guaíba/RJ.

FAÇO, **Manual de transportadores contínuos**, 4º edição, 1990.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DA FONTE DE ENERGIA (GRUPO DIESEL-GERADOR), QUE SUPRE OS SISTEMAS ELÉTRICOS AUXILIARES DOS REBOCADORES DA CLASSE RAMPARTS 2500, POR ENERGIA DE TERRA

SOUZA V. A.[1]; CARVALHO R. F.[1]; SOUZA T. M.[1]
[1] UNIVERSDADE ESTADUAL PAULISTA – GUARATINGUETÁ (FEG/UNESP)
vilmar.souza@vale.com

Resumo - Este artigo apresenta uma avaliação da fonte de geração de energia elétrica utilizada em rebocadores de porto, classe Ramparts 2500, para suprir os seus sistemas auxiliares, enquanto permanecem ancorados. Rebocadores são caracterizados por ter pequeno porte, motores potentes e alta capacidade de manobra, utilizados nos serviços de atracação e desatracação de grandes navios. Os rebocadores quando não estão realizando manobras de atracação ou de desatracação, permanecem ancorados e necessita manter alguns dos seus sistemas auxiliares em funcionamento como, iluminação, bombas de drenagem do casco, compressor, entre outros. As bombas de drenagem do casco, que são as responsáveis pelo esgotamento de toda a água que por vazamento, ou pelo sistema de resfriamento da selagem do eixo da hélice de propulsão do navio, venha porventura se acumular no fundo do casco dos rebocadores. Um grupo díesel-gerador, composto de motor a diesel e gerador de corrente alternada, gera energia elétrica a partir do consumo de óleo diesel, promovendo a emissão de dióxido de carbono (CO_2). A emissão de dióxido de carbono tem efeitos específicos sobre o aumento das quantidades de gases de efeito estufa e, consequentemente, provoca mudanças climáticas e aquecimento global, que é considerado um desafio em todo o mundo. O objetivo desta análise é quantificar as cargas dos sistemas auxiliares, identificar uma subestação, próxima e com carga disponível e realizar o dimensionamento do cabo de alimentação e do painel de tomadas a ser instalado no píer de atracação. Com base nesta análise e no dimensionamento da instalação elétrica, é apresentado um estudo de viabilidade técnica e econômica de alteração da fonte de energia elétrica por energia de terra e, como fator adicional, a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) que deixaria de ser emitida para a atmosfera nas fases de produção, distribuição e na combustão do óleo diesel.

Palavras-chave: Rebocador. Fonte de energia. Emissão de CO2.

I. INTRODUÇÃO

Os rebocadores de porto, classe Ramparts 2500, são equipados comdois grupos diesel-gerador, que exercem a função de gerar energia elétrica para suprir os seus sistemas auxiliares. Os rebocadores são caracterizados por ter pequeno porte, motores potentes e alta capacidade de manobra, utilizados nos serviços de atracação e desatracação de grandes navios [1]. Realiza ainda serviços de transporte de pessoal e de pequenas cargas em áreas portuárias. Não possui estabilidade suficiente para ser empregado longe da costa. Os rebocadores possuem motores hidráulicos acoplados a propulsores transversais, que são responsáveis pelo seu deslocamento.Se o rebocador precisar de auxilio para manobras de atracação ou de desatracação, são usados outros rebocadores durante a operação [2]. Os rebocadores quando não estão realizando manobras de atracação ou de desatracação, permanecem ancorados e necessita manter alguns dos seus sistemas auxiliares em funcionamento como, por exemplo, iluminação, compressor e as bombas de drenagem do casco, que são as responsáveis pelo esgotamento de toda a água que por vazamento, ou pelo sistema de resfriamento da selagem do eixo da hélice de propulsão do navio, venha porventura se acumular no fundo do mesmo. Para isto, um dos grupos diesel-gerador, instalado na praça de máquinas composto de motor diesel e gerador de corrente alternada, gera energia elétrica a partir do consumo de óleo diesel, promovendo a emissão de dióxido de carbono (CO_2). A emissão de dióxido de carbono tem efeitos específicos sobre o aumento das quantidades de gases de efeito estufa e, consequentemente, provoca mudanças climáticas e aquecimento global, que é considerado um desafio em todo o mundo [3]. O aumento da taxa de dióxido de carbono é estimada em aproximadamente 1,5 ppm por ano, o que corresponde a um aumento da temperatura de 4 a 8 graus Celsius no próximo século. Neste trabalho serão utilizadas informações de uma frota de cinco rebocadores que operam em um porto no Sul do Estado do Rio de Janeiro.

II. OBJETIVO

O objetivo desta análise é quantificar as cargas dos sistemas auxiliares, identificar uma subestação, próxima e com carga disponível e realizar o dimensionamento do cabo de alimentação e do painel de tomadas a ser instalado no píer de atracação. Com base nesta análise e no dimensionamento da instalação elétrica, é apresentado um estudo de viabilidade técnica e econômica de alteração da fonte de energia elétrica por energia de terra e, como fator adicional, será calculada a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) que deixaria de ser emitida para a atmosfera nas fases de produção, distribuição e na combustão do óleo diesel.

ISSN 1809-3957

III. LEVANTAMENTO DE DADOS

Para suportar a tomada de decisão, foi realizada uma pesquisa acerca da documentação técnica dos rebocadores e das instalações, onde os mesmos ficam ancorados.

O diagrama de blocos demonstrado na Figura 1 representa o painel de distribuição de cargas, que é o local onde se concentra todas as cargas dos circuitos dos rebocadores, ou seja, onde se instalam os dispositivos de proteção dos circuitos e recebe os condutores (ramal de alimentação) provenientes dos geradores e/ou do circuito de energia de terra. Este painel de distribuiçãode cargas alimenta os circuitos terminais que irão suprir de energia elétricaos diversos sistemas auxiliares como, sala de máquinas, ar condicionado, frigoríficas de provisões, copa/cozinha, oficina, iluminação, bombas de drenagem do casco, compressor, entre outros.

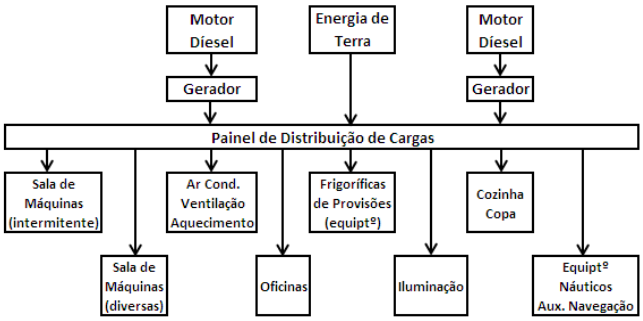


Fig. 1 – Quadro de distribuição de cargas do rebocador

Os rebocadores são equipados com dois geradores Caterpillar, tipo C4.4 DITA, 4 cilindros em linha, 82,7 kW/115 kVA de potência, 220 Vca, 250 A de corrente nominal, trifásico, 0,8 de fator de potência de, 60 Hz de frequência e 1800 rpm. O seu consumo de óleo diesel a plena carga é de 29 litros por hora.

O painel de distribuição de cargas é alimentado em 220 Vca, possui um disjuntor de proteção na saída do painel de 63 A. O cabo na saída do painel é de 3 x 16 mm². Este painel é equipado com um amperímetro, com escala variando de 0 a 100 A e um voltímetro, com escala variando de 0 a 300 V.

Com base na documentação dos rebocadores (folha de dados das cargas) e de levantamento de campo, foi possível identificar e quantificar, em 31,05 kW, a carga mínima de energia de terra, necessária para suprir os seus sistemas auxiliares, enquanto permanecem ancorados.

Foi identificada uma subestação com carga disponível a uma distância de 160 metros do local que deverá ser instalado o painel de tomadas a ser alimentado pela energia de terra. O trecho entre a subestação e o futuro painel de tomadas, deverá receber uma infraestrutura para permitir o lançamento dos cabos elétricos. Esta infraestrutura deverá ser executada de duas formas: a primeira parte, de 50 metros de comprimento, será necessário realizar escavação e construção de envelope para receber e proteger os eletrodutos corrugados e a segunda parte de 110 metros de comprimento, será lançado eletroduto rígido até o painel de tomadas, tendo seus suportes fixados na estrutura do píer de atracação dos rebocadores.

Para verificar a viabilidade econômica deste projeto, deverão ser considerados os custos de fornecimento de óleo diesel e de energia elétrica. Atualmente o óleo diesel marítimo é fornecido a um custo de R$ 1,89 por litro. O custo de fornecimento de elétrica é dividido entre transmissão, R$ 0,03 por kWh, e o consumo de energia elétrica propriamente dito, que é de R$ 0,20 por kWh, o que totaliza R$ 0,23 por kWh consumido.

Outro fator importante a ser considerado na análise de viabilidade econômica é a utilização dos rebocadores. Conforme dados levantados em um período de 12 meses, foi verificado que os rebocadores operam em média 5700 horas por ano, o que equivale a 65% de utilização, ou seja, 35% do tempo calendário (3060 horas por ano) os mesmos permanecem ancorados, utilizando óleo diesel para suprir seus sistemas auxiliares com energia elétrica.

IV. RESULTADOS

4.1 Gasto anual com consumo de óleo diesel

Para o cálculo do consumo de óleo diesel, pelo gerador, é importante determinar o fator de simultaneidade, uma vez que ele não estará operando a plena carga. Este fator indica o percentual dapotência total de energia instalada que estará em operação ao mesmo tempo, ou seja, a potência requerida.

- Fator de Simultaneidade do gerador ($FS_{gerador}$):

$$FS_{aerador} = \frac{P_{reauerida}}{P_{disponível}} = \frac{31050}{82700} = 37{,}5\ \% \qquad (1)$$

Uma vez determinado o fator de simultaneidade, foi possível medir o consumo de óleo diesel do gerador a 37,5% de sua capacidade nominal, que é de 22 litros por hora.

O consumo de óleo diesel anual é determinado a partir do tempo que os cinco rebocadores permanecem fora de operação, ou seja, ancorado no píer e pelo consumo de óleo diesel do gerador por hora de funcionamento.

$$Consumo_{anual} = t \times Consumo_{hora} \times N^{o}\ rebocadores \qquad (2)$$
$$Consumo_{anual} = 3060 \times 22 \times 5 = \mathbf{336600\ l}$$

O gasto anual com o fornecimento de óleo diesel é determinado pelo produto do consumo anual, pelo valor do litro de óleo diesel marítimo.

$$Gasto_{anual} = Consumo_{anual} \times V_{diesel} = 336600 \times 1{,}89 \qquad (3)$$
$$Gasto_{anual} = \mathbf{R\$\ 636.174{,}00}$$

4.2 Previsão de gasto anual com oconsumo de energia elétrica

No cálculo da previsão de consumo anual de energia elétrica, consideramos a potência requerida para suprir de energia elétrica os equipamentos auxiliares dos rebocadores e o tempo que os mesmos permanecem ancorados.

$$E_{ano} = P \times t \times N^{o}\ rebocadores = 31{,}05 \times 3060 \times 5 \qquad (4)$$
$$E_{ano} = 475065\ kWh/ano$$

O custo de fornecimento de energia elétrica (tarifa) é dividido em duas parcelas, a primeira é relativa ao custo de

ISSN 1809-3957

transmissão da energia elétrica, e a segunda é referente ao consumo propriamente dito.

$$Tarifa_{EE} = 0{,}03 + 0{,}20 = R\$\ 0{,}23\ kWh \quad (5)$$

A partir destes dados foi possível determinar a previsão de gasto anual com o consumo de energia elétrica de terra, conforme abaixo.

$$Gasto_{ano} = E_{ano} \times Tarifa_{EE} = 475065 \times 0{,}23 \quad (6)$$
$$Gasto_{ano} = \mathbf{R\$\ 109.264{,}95}$$

4.3 Previsão de gasto com a implantação do projeto

Para determinarmos os gastos com a implantação do projeto, precisaremos realizar o dimensionamento da instalação elétrica (energia de terra). O dimensionamento técnico de um circuito é a aplicação de diversos itens da NBR 5410 [4] relativos à escolha da seção de um condutor e do seu respectivo dispositivo de proteção. Considerando que se trata de um circuito trifásico com 70°C de temperatura de serviço e 2% de queda de tensão. Os cabos serão instalados em um primeiro trecho de 50 metros em envelope e os demais 110 metros em eletroduto de PVC rígido.

- Para dimensionarmos o cabo de alimentação do painel de tomadas, é necessário calcular inicialmente a corrente de projeto:

$$I = \frac{P\ (W)}{1{,}732 \times U \times \cos \varnothing}$$

Onde, I = Corrente de projeto;
P = Potência (W);
U = Diferença de potencial;
cos Ø = Fator de potência.

$$I = \frac{31050}{1{,}732 \times 220 \times 0{,}8} \Rightarrow \mathbf{I = 102\ A} \quad (7)$$

- Aplicamos o fator de correção, em função do comprimento do cabo (queda de tensão).

$$A \times m = 102 \times 160 = \mathbf{16320\ Am} \quad (8)$$

- Para determinarmos o condutor fase, utilizaremos a Tab. 4

$$\mathbf{\varnothing_{fase} = 240\ mm^2;\ I = 364\ A}\ (conforme\ Tab.\ 2) \quad (9)$$

- Para determinarmos o condutor de proteção, utilizaremos o critério abaixo:

$$\varnothing_{proteção} = 0{,}5 \times \varnothing_{fase} = 0{,}5 \times 240 = \mathbf{120\ mm^2} \quad (10)$$

- Para especificarmos o eletroduto, consultaremos a tabela de taxa ocupação máxima para condutores de mesma seção (Tab. 3).

Eletroduto de PVC rígido de $\mathbf{\varnothing\ 85\ mm}$ *(11)*

Com base no dimensionamento acima podemos realizar a especificação técnica doprojeto, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação técnica dos materiais do projeto.

Item	Especificação Técnica
1	Painel, com 5 tomadas com DR, tensão 220 V, corrente 200 A, nas dimensões 651 x 185 x 251, GP IP67, terminais em latão maciço e vedações e guarnições em SBR, auto-extinguível.
2	Cabo c/ 3 condutores , Eprotenax Gsette - 90°C, bitola 240 mm², cor preta, BT.
3	Cabo singelo p/a proteção, Eprotenax Gsette - 90°C, bitola 120 mm², cor preta, BT.
4	Eletroduto corrugado tipo Kanaflex , Ø 85 mm
5	Eletroduto PVC rígido, Ø 85 mm
6	Caixas de passagem em concreto 400 x 400 x 600 mm compreendendo corte, dobragem e colocação de armadura, formas em tábua de pinho de 3ª, preparo, lançamento e adensamento do concreto, inclusive escavação e reaterro, fornecimento de todos os materiais e mão-de-obra necessários.
7	Envelope de concreto armado compreendendo corte, dobragem e colocação de armadura, formas em tábua de pinho de 3ª, preparo, lançamento e adensamento do concreto, inclusive escavação e reaterro, fornecimento de todos os materiais e mão-de-obra necessários.

A estimativa de custo de implantação, demonstrada na Tabela 2, considera os custos de elaboração do projeto detalhado civil e elétrico, do fornecimento do material necessário, dos serviços de obras civis e da montagem eletromecânica.

Tabela 2 – Estimativa de custo de implantação do projeto.

ENERGIZAÇÃO DO CAIS DE REBOCADORES - ENERGIA DE TERRA - RIO DE JANEIRO					
Item	**Descrição**	**Unid**	**Qtd**	**Preço Unitário**	**TOTAL (R$)**
1	**Projeto Detalhado**				**4.200,00**
1.1	Projeto Detalhado Civil/Elétrico	vb	2	2.100,00	4.200,00
2	**Fornecimento de Material Elétrico**				**681.454,40**
2.1	Painel, com 5 tomadas com DR.	pç	1	1.200,00	1.200,00
2.2	Cabo c/ 3 condutores , bitola 240 mm².	m	880	501,78	441.566,40
2.3	Cabo singelo p/ proteção, bitola 120 mm².	m	880	251,10	220.968,00
2.4	Eletroduto corrugado tipo Kanaflex , Ø 85	m	280	14,00	3.920,00
2.5	Eletroduto PVC rígido, Ø 85 mm	m	600	23,00	13.800,00
3	**Obra Civil**				**17.800,00**
3.1	Caixas de passagem em concreto	pç	4	670,00	2.680,00
3.2	Envelope de concreto armado.	m	56	270,00	15.120,00
4	**Montagem Elétrica**				**38.680,00**
4.1	Instalação de painel de tomadas.	uni	1	800,00	800,00
4.2	Lançamento de eletroduto corrugado Ø 85	m	280	15,00	4.200,00
4.3	Lançamento de eletroduto PVC rígido, Ø 85	m	600	18,00	10.800,00
4.4	Lançamento de cabos elétricos	m	1760	13,00	22.880,00
SOMA					**742.134,40**

4.4 *Payback* do projeto

O tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento é chamado de payback. Nesta análise iremos utilizar o payback simples que não leva em consideração a taxa de juros, nem a inflação do período ou o custo de oportunidade. "Trata-se de um método que mensura o tempo necessário para que sejam recuperados os recursos investidos em um projeto [5]."

Inicialmente foi determinada a redução dos gastos, a partir do momento que passará a ser utilizada a energia elétrica de terra para suprir os sistemas auxiliares dos rebocadores, em substituição ao consumo de óleo diesel nos geradores.

Redução dos gastos = Gasto anual com consumo de óleo diesel – Gasto anual com o consumo de energia elétrica

Redução dos gastos = 636.174,00 – 109.264,95
Redução dos gastos = $\mathbf{R\$\ 526.909{,}05}$ *(12)*

ISSN 1809-3957

Conforme Tabela 2 o custo com a implantação do projeto, para alimentar com energia de terra, a frota de cinco rebocadores será de R$ 742.134,40.

$$PB = \frac{\text{Custo com a implantação do projeto}}{\text{Redução dos gastos}}$$

$$PB = \frac{742.134,40}{526.909,05} = \textbf{1,4 anos} \quad (13)$$

4.5 Cálculo da emissão de CO_2, na produção, distribuição e combustão do óleo diesel

Os gases deefeito estufa poderão comprometer o ritmo da atividade econômica do país, já que poderão causar grandes impactos sobre a economia em decorrência da adaptação do meioambiente diante do aquecimento do clima. E, em razão do CO_2 e da água(H_2O) serem produtos naturais oriundos da queima de combustíveis fósseis, não háperspectivas em relação à substituição do dióxido de carbono como principal elemento do efeito estufa [6].

A emissão de CO_2 na atmosfera, devido ao consumo de óleo diesel, ocorre de duas formas, a saber: a primeira está associada às indústrias de combustíveis fósseis baseados no petróleo, na produção e distribuição de óleo diesel, e a segunda está diretamente relacionada à queima do combustível na combustão dos motores dos geradores. A seguir iremos calcular o total de emissões de CO_2, relacionados ao tempo em que os rebocadores permanecem ancorados no píer.

Tendo essas premissas, o presente trabalho se propõe a mensurar os gastos com a quantidade de óleo diesel consumida e das emissões de CO_2 oriundos da substituição da fonte de geração de energia elétrica. Para tal, esse artigo desenvolve um estudo empírico combase no método Top Down, utilizado para cálculo de emissões de gás carbônico. Nodesenvolvimento do artigo verifica-se que a utilização da energia elétrica de terra, gerada em hidrelétrica, reduziria o consumo anual de óleo diesel e as emissões deCO_2ao longo dos anos.

4.5.1 Cálculo da emissão de CO_2, na combustão do óleo diesel - Método Top-Down

A metodologia Top-Down [7], baseia-se nas emissões de dióxidode carbono (CO_2) tendo como item para cálculo os dados de produção e consumo de energia,não importando a forma como a energia é consumida. O método é composto por seis passoslógicos, sustentados por equações para o cálculo da emissão real de CO_2.

O primeiro passo éutilizado para efetuar o Cálculo do Consumo de Energia (CC), o qual é definido pela equaçãoa seguir:

$$CC = CA \times Fconv \times 45,2 \times 10^{-3} \times Fcorr \quad (14)$$

Onde:

- Consumo Aparente do Combustível (CA) por $45,2 \times 10^{-3}$, para transformar a quantidade deenergia de1 tEP brasileiro para terajoule (TJ). O tEP é "o fator de conversão da unidade físicade medida da quantidade de combustível para tonelada equivalente de petróleo, com base nopoder calorífico superior (PCS) de combustível" [8];
- Fator de Conversão (Fconv), que varia de acordo com o combustível utilizado;
- Fator de Correção (Fcorr), que muda de acordo com a fase química que se encontra ocombustível.

Conforme o item 4.1, o consumo anual de combustível foi de 336600litros (CA = 336,60 m³). O Fator de Conversão(Fconv) é igual a 0,848 e o Fator de Correção (Fcorr) é igual a 0,95, pois o diesel está na faselíquida [7]. Com isso, tem-se:

$$CC = 336,60 \times 0,848 \times 45,2 \times 10^{-3} \times 0,95 = 12,25666\ TJ$$

O segundo passo é o cálculo da Quantidade de Carbono (QC), que é mensurada pelamultiplicação do consumo de energia (CC), pelo Fator de Emissão de Carbono (Femiss) e por10^{-3}, para obter o resultado em gigagramas de carbono (GgC).

$$QC = CC \times Femiss \times 10^{-3} \quad (15)$$

Para isso, adotamos o Fatorde Emissão de Carbono do óleo diesel (Femiss) igual a 20,2 tC/TJ [7]. Realizando os cálculos, tem-se:

$$QC = 12,25666 \times 20,2 \times 10^{-3} = 0,247584\ GgC$$

O terceiro passo consiste no cálculo da Quantidade de Carbono Fixado (QCF). Ele é medidoquando os combustíveis são utilizados para fins não energéticos, tais como para a fabricaçãode plásticos, asfalto e até mesmo quando são utilizados como lubrificantes [7]. Ocálculo consiste na multiplicação da quantidade de carbono (QC) pela Fração de Carbono

Fixado (FCFix), parâmetro que varia de acordo com o combustível empregado.

$$QCF = QC \times FCFix \quad (16)$$

No caso estudado oóleo diesel está sendo utilizado para fins energéticos, portanto a QCF é igual a zero [7].

$$QCF = 0,247584 \times 0 = 0\ GgC$$

O quarto passo é o cálculo das Emissões Líquidas de Carbono (ELC). A ELC representa umbalanço de massa entre o que existe de carbono no combustível menos a quantidade decarbono fixado em usos não energéticos, apresentado no passo 3. O cálculo é feito através dasubtração da quantidade de carbono (QC) e a quantidade de carbono fixado (QCF).

$$ELC = QC - QCF \quad (17)$$

No caso emestudo os valores das emissões serão iguais à Quantidade de Carbono (QC), já que aQuantidade de Carbono Fixado (QCF) é igual a zero. Então,

$$ELC = 0,247584 - 0 = 0,247584\ GgC$$

O quinto passo consiste no cálculo das Emissões Reais de Carbono (ERC). A ERC estabeleceque nem todo o

ISSN 1809-3957

carbono existente no combustível será oxidado, razão esta pela qual énecessário realizar a correção da emissão de carbono encontrada. Este fator de correção variade acordo com cada combustível. Diante disso, a ERC é calculada pela multiplicação dasemissões líquidas de carbono (ELC) pela Fração de Carbono Oxidada (FCO) do combustívelempregado.

$$ERC = ELC \times FCO \quad (18)$$

Foiadotada a Fração de Carbono Oxidada (FCO) igual a 0,99 [7].Portanto,

$$ERC = 0{,}247584 \times 0{,}99 = 0{,}245109\ GgC$$

O sexto passo é o cálculo das Emissões Reais de CO_2 ($ERCO_2$). O cálculo é feito tendo comobase a quantidade de carbono existente em uma molécula de CO_2. Para tal, são multiplicadasas emissões reais de carbono (ERC) pela razão do peso molecular do dióxido de carbono e docarbono.

$$ERCO_2 = ERC \times [44/12] \quad (19)$$

Então:

$$\boldsymbol{ERCO_2 = 0{,}245109 \times [44/12] = 0{,}898732\ GgCO_2}$$
$$\boldsymbol{ERCO_2 = 898{,}73\ tCO_2 por\ ano}$$

4.5.2 Cálculo da emissão de CO_2, na produção e distribuição do óleo diesel.

Para determinarmos a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) emitido na atmosfera, durante a produção e distribuição, utilizaremos, um estudo francês que compilou resultados de três trabalhos independentes que avaliaram os ciclos de vida e emissões de gases estufa associados às indústrias de combustíveis fósseis baseados no petróleo, e de biocombustíveis [9].

Com algumas diferenças pontuais, os três estudos apontaram que, na produção e distribuição de gasolina e óleo diesel(análise do tipo cradle-to-tank), as emissões de gases de efeito estufa ficam namédia de 12 e 10,7 gramas em equivalentes CO_2, respectivamente, para cada MJ de energia contida nestes combustíveis.

Isso significa que, ao chegar ao posto de combustível e mesmo antes da combustão, 1 litro de gasolina já emitiu para a atmosfera 507 gramas de CO_2. Do mesmo modo, 1 litro de óleo diesel antes de ser totalmente transformado em energia nos motores já emitiu 510,4 gramas de CO_2.

Considerando que o gerador consome anualmente 336600 litros de óleo diesel, então para produzir este volume de óleo diesel, serão emitidos a seguinte quantidade de CO_2 para a atmosfera:

$$CO_2\ emitido\ prod.\ e\ distrib. = 336600 \times 0{,}5104$$
$$CO_2\ emitido\ prod.\ e\ distrib. = \boldsymbol{171{,}80\ t\ CO_2\ por\ ano} \quad (20)$$

Uma vez determinada as quantidade de emissões nas etapas de produção, distribuição e combustão do óleo diesel, determinamos a quantidade total de emissões ($ERCO_2$ total):

$$ERCO_2\ total = ERCO_2\ na\ combustão + ERCO_2\ na\ produção$$
$$ERCO_2\ total = 898{,}73 + 171{,}80 = \boldsymbol{1070{,}53\ t\ CO_2\ por\ ano} \quad (21)$$

V. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que **existe viabilidade técnica e econômica** para a adoção e implantação da fonte alternativa de suprimento de energia elétrica (energia de terra).

O tempo de recuperação do capital investido, ou seja, o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento é de **1,4 anos**.

Uma vez implementado o projeto e realizada a substituição da fonte de energia elétrica embarcada (grupo diesel- gerador) por energia de terra, iremos deixar de emitir, cerca de,**1070,53 toneladas de dióxido de carbono por ano**, para a atmosfera**.**

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Site http://www.marinelink.com/news/smitrebras-ramparts-third373366.aspx , acessado em 18/09/2014.

[2] Site http://maritimeintel.com/ksmb-builds-second-ramparts-2500-tug-for-smit-rebras/ acessado em 18/09/2014.

[3] Green facts. (2005) scientific facts on CO_2 Capture and storage. Greenfacts.org. [Online]. http://www.greenfacts.org/en/co2-capture-storage acessado em 11/11/2014.

[4] NBR 5410/2004.

[5] BRAGA, B. ; BARBOSA, P. S. F. ; BARROS, M. T. L. . Siscom: Sistema Computadorizado de Apoio ao Planejamento e Operação de Sistemas Hidroelétricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3, n.4, p. 89-101, 1998.

[6] IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2000) O Efeito Estufa e o Setor Energético Brasileiro. Texto para discussão nº 719. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_2000/ td0719.pdf>. Acesso em acessado em11/11/2014.

[7] IPCC – (1996) IntergovernmentalPanelonClimateChange.

[8] MACÊDO, R.F. (2004) Inventário de Emissões de Dióxido de Carbono (CO2) Geradas por Fontes Móveis no Estado do Rio Grande do Norte – Período de Janeiro de 2003 a Junho de 2004. Holos, ano 20,outubro/2004. Disponível em <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/ article/viewFile/35/ 36>. Acessado em 11/11/2014

[9] http://www.agroanalysis.com.br/especiaisacessado em 22/10/2014.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

BOMBEO EÓLICO FRENTE A SOLAR, DIESEL, Y ELÉCTRICO

JOSÉ ENRIQUE MATEOS MORENO[1,2]; TEOFILO MIGUEL DE SOUZA[1]
1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, JULIO DE MESQUITA FILHO ; 2 – ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
joseemateos@gmail.com

Resumen *- **Desde siempre la disponibilidad de agua ha sido un factor importante para la viabilidad de un asentamiento, así pues el bombeo de agua del subsuelo se convierte a veces en la única opción, por lo que estudiamos la opción más tradicional, que sería el bombeo mediante energía eólica, concretamente la aerobomba del Centro de Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería de Guaratinguetá. Tras el nombrado estudio se analizaron los costes de implantación de un sistema de bombeo solar, diesel o eléctrico en sustitución a la aerobomba existente. Dándonos como resultados unos costes económicos en función a la vida estimada de cada instalación, lo cual al compararlos concluimos que los sistemas ecológicos, la aerobomba y el bombeo solar, tienen menor coste por año de funcionamiento.***

Palabras-clave: Agua. Aerobomba. Eólico. Diesel. Eléctrico. Solar. Molino.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la Historia la disponibilidad de agua ha sido un factor determinante para seleccionar la ubicación de un asentamiento o poblado, ya que sin este recurso resulta imposible desarrollar la vida humana. Es tal la importancia de este elemento para el hombre, que se han desarrollado multitud de sistemas para asegurar su disponibilidad, no solo para la hidratación del individuo, sino también para la generación de alimentos y para las diferentes actividades diarias, tanto en el ámbito doméstico como en el industrial.

Así pues, tradicionalmente los poblados se concentraban a orillas de un río, o lago. No obstante si no se dispone de ningún recurso hídrico, o su capacidad es insuficiente para abastecer a la demanda, se requiere de métodos alternativos para asegurar la disponibilidad de agua. Uno de los más usados consiste en extraer el agua que pueda haber en el subsuelo. Por lo que solo necesitaríamos hallar una masa de agua relativamente cerca de la superficie (profundidad<200m) y aplicar un método de extracción para poder hacer uso de este recurso.

Por lo tanto, desde la antigüedad se han usado diferentes métodos para el bombeo de agua, siendo los más populares, por su eficiencia y bajo coste, el bombeo manual y el bombeo mediante molinos de viento. No obstante, en la actualidad el abanico de posibilidades es mucho más amplio, siendo la aerobomba (molino de viento), el bombeo solar, la bomba eléctrica y la bomba accionada por motores de combustión interna, las opciones más utilizadas.

Concretamente, el bombeo eólico, es uno de los sistemas por el cual se suelen decantar los usuarios rurales, ya que no depende de infraestructura alguna para garantizar el suministro de energía, el coste de mantenimiento prácticamente se reduce a un mantenimiento preventivo, y la durabilidad de la instalación es alta.

II. PROCEDIMIENTOS

El proceso de investigación se divide en dos partes, en primer se ha estudiado el funcionamiento de la aerobomba existente en el Centro de Energías Renovables de la UNESP-Campus Guaratinguetá, representado en la Figura 1, obteniendo de este estudio su completofuncionamiento. Y posteriormente hemos analizado las diferentes alternativas que nos encontramos en el mercado, centrando nuestra atención en las más comunes que son, la bomba eléctrica accionada con conexión directamente a la red eléctrica, accionada mediante un generador diesel, y por último el bombeo solar.

Para poder estudiar el molino, el cual es del tipo ‘multipala americano’, en primer lugar recopila-selas especificaciones del mismo, las cuales quedan representadas en la siguiente tabla 1. Y nos define las dimensiones del molino, pero no cómo funciona.

Figura 1- Aerobomba

ISSN 1809-3957

Tabla 1- Características del molino

Elemento	Características
Estructura	Base: 3x3m Altura: 15m Material: Acero
Molino	Diámetro: 3,5m Nº Aspas: 15 Material: Acero
Conductos	Longitud: 19m Diámetro: ¾'' Material: PVC
Bomba	Tipo: Bomba de pistón Capacidad: 0,5L Cota: - 1m
Utilidad	Bombear agua Generación eléctrica

Así pues, para estudiar el funcionamiento del sistema anteriormente definido se precisa de las mediciones de diferentes parámetros, los cuales son el volumen de agua extraído durante un intervalo de tiempo, el tiempo del que ha precisado el molino para realizar dicha extracción, y las condiciones propias del aire, es decir, su humedad, temperatura y la velocidad del viento, pues la presión atmosférica la consideramos constante.

Para estudiar el funcionamiento de nuestro molino, hemos realizado diariamente cinco medidas distribuidas a lo largo del día según la disponibilidad horaria del Centro de Energías Renovables, siendo estas a las 07:00, 09:00, 11:00, 14:00 y 16:00 de lunes a viernes.

La medición del volumen se realizó con un contador volumétrico situado próximo al final del circuito, consiguiendo que al realizar dos medidas podamos saber el volumen bombeado durante el intervalo de tiempo comprendido entre ambas mediciones.

Además del volumen, para saber el caudal que bombea el sistema, necesitamos medir el tiempo de funcionamiento del molino en el periodo comprendido entre cada medición. Para obtener dicha información se utilizó un medidor de fabricación propia, el cual consiste en un reloj cuyo funcionamiento es activado únicamente cuando se vierte agua al depósito, pues al pasar el agua acciona un contacto que sirve de interruptor para cerrar el circuito que alimenta el reloj, en el cual leemos la hora que este marca para su comparación con la medida anterior y/o la posterior.

Más directa es la medición de la temperatura, y la humedad del aire, pues utilizamos un termómetro y un barómetro respectivamente, procurando que la medición se vea golpeada por la acción del viento, pues será la temperatura y humedad del aire en movimiento la que afecta a nuestro estudio.

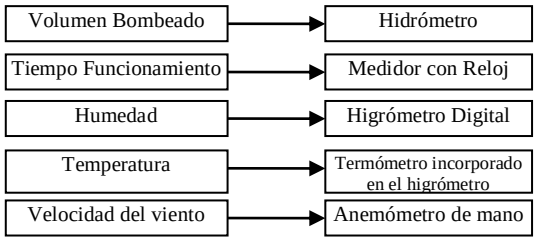


Figura 2 – Listado del instrumental utilizado

En cuanto a la velocidad del viento, esta fue medida con un anemómetro de mano a una altura de dos metros, pues aunque lo ideal sería medir la velocidad del viento a 15 metros, las características constructivas imposibilitan esta opción. Dicha medida debe ser introducida en la expresión (2.1) para calcular la velocidad de incidencia del viento sobre el molino, tomando $\alpha = 0{,}32$. Debido a las características del entorno que rodea al molino. Por otro lado, esta medición se realiza tan solo 5 veces al día, y dada la naturaleza cambiante de esta magnitud, cabe la posibilidad de que los valores medios obtenidos no sean exactos con respecto al viento medio durante todo el día, por lo que tomamos para su comparación los datos meteorológicos obtenidos en la estación meteorología del Aeropuerto de Guaratinguetá.

$$V = V_0 \cdot (H/ H_0)^{\alpha} \qquad (2.1)$$

En cuanto a la comparativa con los demás sistemas de bombeo, consideramos que la resistencia que ejerce el generador eléctrico al movimiento del molino es equivalente al bombeo de 14metros de columna de agua. Por lo que los diferentes sistemas de bombeo deben hacer frente a un bombeo de 15 metros de columna de agua.

En cuanto el método elegido para realizar las comparativas, se ha optado por dimensionar en base a la supuesta demanda de agua de una familia residente en un contexto rural, es decir, que necesite abastecimiento para seis personas, cuatro caballos, 150m^2 de huerta y cuarenta cerdos.

Tabla 2 – Demanda de agua

Elemento	Personas	Caballos	Huerta (m^2)	Cerdos	
Consumo Unitario (l/día)	100	40	5	15	
Unidades a abastecer	6	4	150	40	
Volumen Total (l)	600	160	750	600	**2.110**

Dicho valor total de 2.110 litros/días podría ser excesivamente ajustado por lo que se realizan los cálculos con un margen de un 10%, así pues, calcula-se para una demanda de 2.321 litros al día.

Para poder realizar la comparativa con el molino se ha procedido a seleccionar una bomba eléctrica que funcione adecuadamente en las condiciones ya detalladas. Dicha bomba nos sirve para la comparativa con suministro eléctrico de la red eléctrica, y para la comparativa del bombeo diesel, pues sería un generador diesel el que produjera la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar la bomba.

Por otro lado, para poder incluir el bombeo solar en la comparativa, optamos por no dar uso a la bomba seleccionada sino que dimensionamos para una bomba que funcione adecuadamente al ser conectada a la placa solar,es decir, que no precise que se le aporte siempre la misma energía para funcionar, lo cual nos da como resultado que la instalación sea completamente diferente al resto de sistemas.

ISSN 1809-3957

III. RESULTADOS

Tras estudiar el funcionamiento de la aerobomba durante 10 semanas, nos encontramos que el bombeo medio es de 2.948,94 litros diarios, siendo 5.641,90 litros y 802,80 litros los volúmenes diarios máximos y mínimos respectivamente.

Así pues, para realizar dichas extracciones se ha precisado que funcione una media de 13 horas y 16 minutos, siendo 21h26m y 3h12m el tiempo de funcionamiento diario máximo y mínimo respectivamente. Tal y como se muestra en la Figura 3 de forma conjunta con el tiempo de funcionamiento promedio semanal, teniendo en cuenta que los días comienzan a las 07:00 y las semanas empiezan y terminan los Lunes a las 07:00.

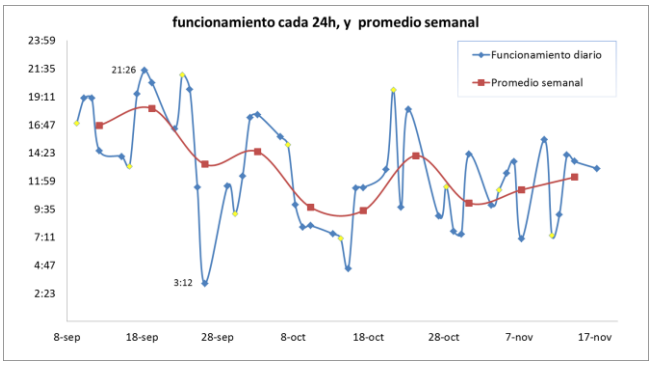


Figura 3 – Horas de funcionamiento

Al estudiar conjuntamente el volumen extraído y el tiempo que se ha precisado para realizar estas extracciones, vemos que el caudal medio de funcionamiento es de 3,70litros por minuto. Gracias a las cinco tomas de datos diarios sabemos que el molino puede llegar a bombear con un caudal máximo de hasta 9,71 l/min y un mínimo de 0,78 l/min.

Por otro lado, estudiando el viento que surte de energía al molino, obtenemos su densidad gracias a la expresión (3.1), y a considerar la presión constante.

$$\rho_a = \frac{0{,}34844p - h_r\,(0{,}00252t - 0{,}020582)}{273{,}15 + t} \quad (3.1)$$

Por lo tanto, conociendo las características del aire y sabiendo la velocidad del viento, podemos calcular la energía cinética del aire, y por lo tanto podemos calcular la eficiencia energética de nuestro sistema, a la cual le corresponde una media de un 6,326%, un valor máximo de 22,53% y un valor mínimo de 0,7552% tal y como se observa en la figura 4.

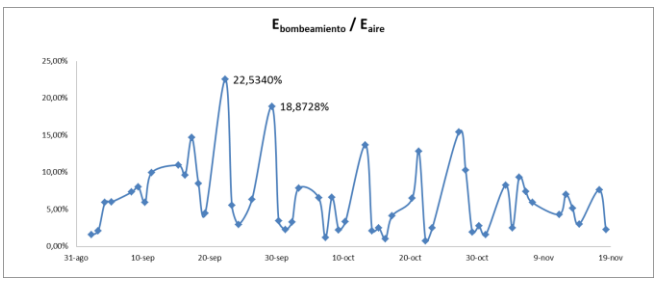


Figura 4 – Rendimiento del molino

En cuanto a la selección y dimensionamiento del equipamiento a comparar con el sistema eólico, en primer lugar elegimos la bomba eléctrica, la cual obtenemos del catálogo de la empresa *Schneider* para elevar agua a 21,7m pues debe sacar el agua del pozo, elevarla 2,5m por encima del nivel del suelo, y salvar las pérdidas de carga tanto primarias como secundarias. Por lo que nos decantamos por una bomba de inyección de 3/4cv, concretamente el modelo **MBI-1 – I1-25 – 3/4CV**, el cual nos surte para dicha altura un caudal de 1m^3/h. Siendo 2 horas y 19,32 minutos el tiempo necesario para que se bombeen los 2.321 litros demandados.

Esta bomba conectada directamente a la red eléctrica con la inclusión en la instalación de 6 metros de tubo de PVC y 300 metros de cable de 4mm^2, para conectar la bomba al depósito y a la toma de corriente situada a 150m, respectivamente, tiene un coste total de R$1.116,24 que si lo dividimos en los aproximados 17 años de vida que tiene este tipo de bombas, es decir, unas 15.000 horas de funcionamiento, nos costaría la instalación R$65,66 por año de funcionamiento, unido a un consumo estimado de R$282,22 anuales, obtenemos que el año de bombeo por conexión directa a la red eléctrica nos supondría R$347,88 anuales.

En cuanto al sistema formado al acoplarle un generador diesel, la instalación sería similar a la anterior con la diferencia de que en vez de conectar la bomba a la red eléctrica se conecta al generador diesel del fabricante Buffalo, BFD-2.500, lo cual a efectos de cálculo supone eliminar el coste de consumo eléctrico, añadir el coste del generador, de su mantenimiento, del combustible, y cambiar la longitud del cable de 150m a 15m, y como consecuencia, cambiar su grosor de 4mm^2 a 1,5mm^2. Siendo el coste de la instalación de R$3.689,86, R$152,21 de mantenimiento anual, y R$1.261,44 de consumo anual de combustible. Así pues, considerando como vida media de la instalación, la de la bomba pues sería el elemento con menor vida útil. El coste anual del bombeo por diesel es de R$1.630,70.

Por otro lado hemos estudiado la posible instalación de una bomba accionada por una placa solar. Por lo que dimensionamos para bombear 2.321 litros diarios, considerando una media de 6 horas de sol al día, teniendo la bomba que bombear 17,5 metros de columna de agua más las correspondientes pérdidas de carga. Así pues la bomba seleccionada seria la Surflo S8000, la cual surte de energía el panel KC130TM de la empresa KYOCERA.

Por lo tanto, la bomba tendría un coste de R$375,00, el panel R$2.490,00, el cable R$71,6, y los conductos de PVC R$12,24, dando un total de R$2.948,84. Los cuales si los dividimos por los 20 años de vida media que tiene este tipo de instalaciones, supondrían R$147,44 por año de funcionamiento.

ISSN 1809-3957

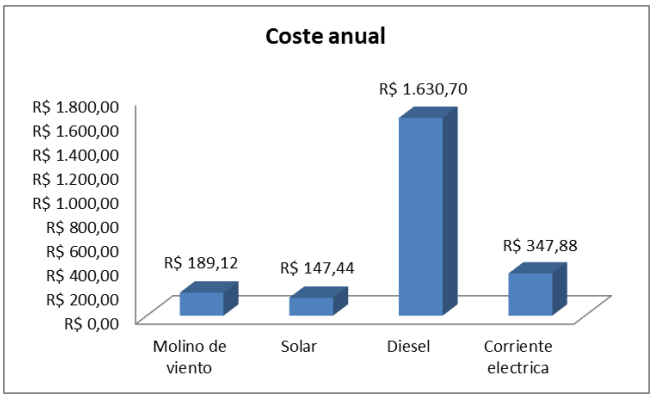


Figura 5 – Comparativa Costes

En cuanto a la aerobomba, la adquisición y montaje de un molino multipala americano semejante al nuestro supondría un desembolso de R$9.455,90, lo cual si lo dividimos entre los 50 años de vida media, que el fabricante "ironmanwindmill" asegura tener este tipo de molinos, nos encontramos que el año de funcionamiento nos saldría por R$189,12.

Los valores expresado en la anterior figura se han de tomar como valore medios, fruto de distribuir el supuesto coste de instalación, mantenimiento, consumo… entre la vida media de la instalación en cuestión.

IV. CONCLUSIÓN

Se ha estudiado el funcionamiento del molino dando como resultado un tiempo de funcionamiento elevado, unido a que además se observó que funciona con velocidad del viento muy inferior a 4m/s, la cual suele ser la velocidad mínima para accionar un molino de este tipo, nos lleva a concluir que el molino está sobredimensionado para las condiciones en las que se encuentra, por lo que se podría haber instalado una torre menor, unas aspas menores, o una bomba mayor. Y es que se ha comprobado, con anterioridad a este estudio, que añadiéndole más de media tonelada a la masa que ha de elevar el molino, este funcionaba perfectamente. Por lo que si reemplazáramos la bombaactual, de medio litro, por una mayor, el caudal, y por lo tanto el volumen total bombeado, ascenderá de forma prácticamente lineal, llegando hasta a multiplicar por diez el funcionamiento del sistema aumentando únicamente la capacidad de la bomba.

Tabla 2 – Funcionamiento molino con diferentes bombas

Bomba:	**½ litro**	**1 litro**	**2 litros**	**3 litros**	**5 litros**
Caudal (l/min):	3,7	7,4	14,8	22,2	37,0
Volumen (l):	2.949	5.898	11.796	17.694	29.490

Por otro lado, analizando el volumen bombeado observamos que este tiene sentido decreciente, lo cual corresponde a la época del año en el cual han sido tomadas las medidas, pues al comenzar la época de lluvia nos encontramos con días con muy poca actividad seguidos de días con una actividad acentuadamente alta.

En cuanto a la comparativa entre diferentes sistemas de bombeo, como se observa en la Figura 3, el sistema más económico es el bombeo solar, pues no solo nos costará menos el litro de agua bombeado, sino que además el desembolso inicial sería inferior a la principal alternativa, el bombeo eólico.

No obstante, hay que considerar la experiencia del sector, que en el caso del eólico es considerablemente mayor y por lo tanto, la facilidad de adquirir recambios, o contar con un técnico para una eventual reparación, favorecen a la elección de la aerobomba.

Por último habría que tener en cuenta si la demanda de agua es fija, o existe la posibilidad de que esta aumente, ya que si esta aumenta el bombeo solar sería insuficiente y tendríamos escasez de agua, mientras que con el eólico, con la substitución de la bomba ya nos habríamos adaptado al aumento de la demanda.

Como último apunte, mencionar que el año en el que se ha realizado el estudio la climatología es realmente atípica. La escasez de lluvia, y por lo tanto la sequedad del ambiente, unidos a las altas temperaturas registradas han ocasionado en la aerobomba un funcionamiento mayor al históricamente registrado, ocasionando que de aproximadamente cuatro horas de funcionamiento medio diario, se haya pasado a trece horas.

V. REFERENCIABIBLIOGRÁFICAS

ARAGÓN AVILÉS, Sandra Milena, y DE SOUZA, Teófilo Miguel. Sistemas Renovables con Energía Solar. Guaratinguetá. 2014.

BFD-2500, GeradorBuffalo. Disponible en: <http://loja.mfrural.com.br/venda-comprar/3538-gerador-buffalo-bfd-2500-m-diesel-partmanual-ou-eletrica.aspx> Acceso el 10 de nov. de 2014.

BUFFALO, Motores & Acoplados. Catálogo. Versión 07/2014.

FOB/S.PAULO, Tabela de Preços, Cataventos para poços c/ profundidade de 0 a 70m. Curitiba. 2014.

IRONMAN WINDMILL, Water Pumping Windmills. Disponible en: <http://www.ironmanwindmill.com> Acceso el 17 de nov. de 2014.

KC 130TM, Painel Solar Kyocera. Disponibleen<http://www.radarindustrial.com.br/produto/97025/painel-solar-kyocera-kc-130tm-garantia-de-1-ano-.aspx>Accesoel 06 de nov. de 2014.

MBI-1 I1-25 0,75cv, Bomba da agua Schneider Injetora. Disponible en: <http://www.bombashopping.com.br/p/582RB87108910%252D00/Bomba+da+agua+Schneider+Injetora+MBI-1+I1-25+0,75CV>. Acceso el 06 de nov. de 2014.

METAR, Arquivo de tempo em Guaratinguetá (aeroporto). Disponible en: <http://rp5.ru/Arquivo_de_tempo_em_Guaratinguet%C3%A1_(aeroporto),_METAR>. Acceso el 17 de nov. de 2014.

PEÑA PÉREZ, Luis Manuel, y BECERRA SANTIAGO, Luis Omar. Impacto de la Nueva Fórmula de la Densidad del Aire CIPM-2007. Querétaro. 2010.

S8000, Bomba Shurflo, Disponible en <http://www.brasilhobby.com.br/descricao.asp?CodProd=8000-443-136> Acceso el 13 de nov. de 2014.

ISSN 1809-3957

SCHNEIDER, Motobombas. Tabela para seleção de bombas e motobombas. 2014.

SOUZA, Teófilo Miguel. Sistemas Alternativos de Energia e os cálculos práticos. Guaratinguetá. 2014.

VAN MEEL, Joop y SMULDERS Paul. Wind Pumping, A Handbook.Washington DC, 1989.

VI. COPYRIGHT

Derechos de autor: Los autores son los únicos responsables del material incluido en el artículo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

LEANDRO MENDES PINTO, MESTRANDO, UNESP-FEG,
PEDRO MAGALHÃES SOBRINHO, PROFESSOR ORIENTADOR, UNESP-FEG
leandromendesp@yahoo.com.br

Resumo - Na atualidade a eficiência energética é um dos assuntos mais citados nas indústrias, pois as empresas que investem em projetos de eficiência energética conseguem economizar recursos, ganhar competitividade e ajudar a amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Postergar parte do investimento no aumento da oferta de energia permite ao governo e ao empresário liberarem recursos para outras prioridades, sem perda de qualidade, segurança no abastecimento e com ganhos sociais e ambientais. Este estudo apresenta critérios de aplicação da metodologia da eficiência energética em uma indústria siderúrgica onde são avaliadas três áreas dentro de uma usina siderúrgica, tais como sistemas motrizes, sistemas térmicos e sistemas de iluminação onde se pode obter ganhos significativos implementando a metodologia da eficiência energética.

Palavras-chave: Eficiência energética, Indústria, Motores, Iluminação.

I. INTRODUÇÃO

O setor industrial responde por 35,8% de toda energia consumida no Brasil (BEN, 2012) e parte desta energia esta ligada as usinas siderúrgicas semi-integradas. No entanto, não existe uma política governamental de longo prazo específica para o uso eficiente da energia na indústria. Isso se reflete na baixa prioridade dos programas federais de eficiência energética, nos investimentos de fundos setoriais de eficiência energética e nas condições de financiamento. Os setores residencial, comercial e público, que têm recebido maior prioridade nas políticas governamentais, respondem apenas por 15,8% do total do consumo.

Uma das características marcantes da siderurgia moderna é ser intensiva em matéria-prima, energia, capital, conhecimento e elementos ambientais. Em relação à energia em particular, é importante destacar que o consumo específico varia consideravelmente conforme a rota tecnológica empregada.

Segundo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), por definição a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização, a promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento. Adotam-se, como pressupostos básicos, a manutenção das condições de conforto, de segurança e de produtividade dos usuários, contribuindo, adicionalmente, para a melhoria da qualidade dos serviços de energia e para a mitigação dos impactos ambientais

Segundo Olanrewaju e Jimoh (2014), as indústrias têm de avaliar a eficiência energética dos seus processos através de uma comparação internacional. Com base nesses resultados, as indústrias se comprometem a realizar análises aprofundadas de suas plantas para identificar novos potenciais para melhorar a eficiência energética. Um passo importante para uma instalação altamente eficiente de energia é uma avaliação completa do desempenho da eficiência energética de uma planta e um bom conhecimento das potencialidades de otimização existentes dentro de uma fábrica.

Neste trabalho, será apresentada uma série de sugestões práticas para o dia a dia das indústrias, com o objetivo de promover e difundir o uso eficiente de energia, sem comprometer a segurança, a qualidade do seu produto e a capacidade de produção.

II. CONCEITOS

Os sistemas motrizes, sistemas de iluminação e sistemas térmicos são itens relevantes no que se diz respeito ao consumo de energia de uma indústria siderúrgica.

Os sistemas motrizes tem particular importância devido à sua grande participação no consumo de eletricidade. É muito comum encontrar motores superdimensionados em operação, o que gera significativo desperdício de energia elétrica e também o uso inadequado dos motores é fator de desperdício, pois muitas vezes operam em vazio (sem carga) ou são utilizados para o acionamento de sistemas de ar comprimido que apresentam problemas como vazamentos, ou de sistemas de condicionamento de ar também mal dimensionados ou mal utilizados. Assim, ao dimensionar e utilizar os sistemas de força motriz de forma adequada, o impacto nos custos operacionais e no meio ambiente pode ser reduzido significativamente (ENSSLIN, 2011).

Os sistemas de iluminação são também um item importante quando se aborda a eficiência energética, apesar do fato de que a indústria siderúrgica não seja um dos principais consumidores, pode-se verificar alguns desperdícios como o mau aproveitamento da iluminação artificial, a iluminação em excesso, além do uso inadequado de energia como utilização de equipamentos com baixa eficiência luminosa, falta de comandos (interruptores) das luminárias e da falta de manutenção das instalações elétricas (ABEELEN, HARMSEN e WORRELL, 2013).

ISSN 1809-3957

Os sistemas térmicos dentro da indústria siderúrgica apresentam uma contribuição considerável, dependendo das instalações, observam-se consumos tanto de energia elétrica quanto de gás natural distribuídos em fornos de tratamento térmicos e caldeiras, nos quais podem-se observar deficiências no processo, como controle ineficiente da relação ar-combustível, estrangulamento da vazão de ar do ventilador, problemas de isolamentos, manutenção e limpeza de fornos ineficientes. (ZHANG *et al.*, 2010).

III. METODOLOGIA

Entre os critérios para implantação da eficiência energética em uma indústria siderúrgica podem-se destacar alguns itens importantes antes de se iniciar um trabalho de melhoria. Dentre estes itens estão uma auditoria energética da instalação para identificar oportunidades de redução do consumo e um diagnóstico energético da instalação com a determinação da redução do consumo e da economia identificando os investimentos necessários.

Importante dizer que deve ser realizada a identificação dos consumos de energia totais, devidamente segmentados por área (principais equipamentos, fornos, iluminação publica, etc.), referentes a um período de consumo sobre o qual se pretende adotar medidas de redução de consumo de energia entendido como referência. Após estas análises deve-se criar um plano de ação através dos itens listados na auditoria e nos diagnósticos (MCKINSEY, 2010).

3.1 Barreiras à implementação

Segundo Abeelen, Harmsen e Worrell (2013), o uso eficiente da energia demonstra-se atrativo nos aspectos ambientais, econômicos, sociais, estratégicos e comerciais, porém observa-se que os resultados dos programas e ações de conservação de energia têm sido tímidos. A razão para isto é a existência de diversas barreiras como as tecnológicas, culturais, econômicas, financeiras e institucionais, as quais irão verificar o contexto da análise dos esforços feitos para superá-las.

- Barreiras Tecnológicas: disponibilidade de equipamentos eficientes a custo competitivo; defasagem da indústria nacional.
- Barreiras Culturais: falta de conhecimento das técnicas de uso eficiente; decisão de compra pelo custo do equipamento e não do seu ciclo de vida; tendência ao desperdício.
- Barreiras Econômicas: tarifas artificialmente baixas; juros elevados; incerteza quanto à evolução dos preços da energia.
- Barreiras Financeiras: falta de um modelo definido de financiamento para os "contratos de performance", aceito pelos bancos.
- Barreiras Institucionais: responsabilidade dividida; falta de mercado.

IV. APLICAÇÃO

4.1 Sistema Motriz

Os sistemas motrizes compreendem além do motor elétrico, o acionamento eletroeletrônico, o acoplamento motor-carga, as cargas mecânicas acionadas (bombas, compressores, ventiladores, exaustores, correias transportadoras) e as instalações fluido-mecânicas (transporte e consumo dos fluidos).

No setor industrial, o sistema motriz tem grande importância devido à sua grande participação no consumo de eletricidade. Pode-se destacar formas de aplicação de técnicas e formas de redução de consumo, relacionadas a este sistema, com utilização de motores de alto rendimento e redução de perdas no sistema.

Segundo Garcia *et al.* (2007) o desempenho de motores elétricos, de uma forma global, está associado aos seguintes parâmetros:

- Rendimento;
- Fator de potência;
- Conjugado de partida;
- Conjugado máximo;
- Velocidade de operação;
- Capacidade de aceleração;
- Classe de isolamento;
- Corrente de partida;
- Fator de serviço;
- Ruído;
- Temperatura de operação;
- Tipo de carcaça.

Quando um motor está superdimensionado, em alguns casos, é possível aumentar seu rendimento e seu fator de potência, alimentando-o com tensão reduzida. Os motores de alto rendimento possuem a vantagem de serem menos sensíveis às elevações na amplitude das tensões. Este fato é decorrente de melhores projetos e materiais de construção.

Os harmônicos aumentam as perdas do motor, reduzem o torque entregue à carga e geram conjugados pulsantes. Consequentemente, o motor apresenta vibração, aquecimento e redução do rendimento. Os harmônicos também podem causar redução da vida útil devido à danificação dos enrolamentos, fadiga no eixo e deterioração do sistema de isolação. Os motores de alto rendimento apresentam menores perdas na presença de harmônicos

A Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2014) cita algumas recomendações para reduzir as perdas, tais como:

- Os motores devem funcionar entre 75% e 90% de sua potência nominal;
- Se a máquina necessitar de duas ou três velocidades diferentes, pode-se utilizar um motor assíncrono com 2 ou 3 velocidades;
- Adote, sempre que possível, os variadores eletrônicos de velocidade para aplicações onde exista variação de carga;
- Utilize motores de alto rendimento, com perdas reduzidas;
- Evite utilizar motores superdimensionados;
- Redimensione corretamente a potência dos motores de acordo com o carregamento atual;
- Desligue os motores das máquinas quando estas não estiverem operando;
- Verifique se as características do motor são adequadas às condições do ambiente onde está instalado;
- Instale motores adequados ao ambiente e regime de trabalho;
- Verifique se os dispositivos de partida são adequados;
- Verifique o alinhamento dos motores;

ISSN 1809-3957

- Verifique e elimine ruídos e vibrações;
- Mantenha os mancais lubrificados conforme as orientações do fabricante;
- Realize manutenção preventiva, a fim de eliminar desperdícios, diminuir custos e aumentar a vida útil dos equipamentos;
- Evite o rebobinamento de motores antigos ou que já sofreram rebobinamento;
- Equilibre a corrente elétrica nas três fases;
- Evite variações de tensão;
- Avalie a viabilidade técnica e econômica de substituir os motores antigos de sua empresa por motores mais eficientes.

Como parte do roteiro de análise do desempenho do sistema motriz, outro ponto importante é o setor de bombeamento de água, onde há necessidade de um plano de manutenção para garantir o perfeito funcionamento e redução das perdas, e para isto é importante a verificação de alguns itens como: existência de vazamentos no sistema hidráulico conectado à bomba, a verificação do consumo indevido ou desnecessário no sistema hidráulico, as condições de limpeza dos filtros, a existência de válvulas de bloqueio parcialmente fechadas, a possibilidade de reduzir o número de acessórios existentes na tubulação, a quantidade de água que é utilizada para arrefecimento da caixa de gaxeta da bomba, a vazão da bomba (se é excessiva para as necessidades do sistema), a verificação das vibrações excessivas e corrosão nas pás do rotor, que podem ter sido ocasionadas por problemas de sucção, a checagem se a bomba escolhida é a mais adequada (se apresenta o maior rendimento), verificação se o diâmetro da tubulação é apropriado (a economia na tubulação reflete em maior custo de energia), checagem dos acessórios da canalização, evitando válvula de pé, curvas acentuadas, reduções e ampliações bruscas e verificando se a potência do motor elétrico é compatível com a bomba (a sobra excessiva de potência ocasiona um baixo fator de potência).

Entre os itens que compõem o potencial de redução de perdas de energia no sistema de bombeamento pode-se citar

- Entrada de ar na tubulação de sucção. Isto ocorre pelo estado precário da tubulação ou intencionalmente, com o ajuste da vazão e, consequentemente, da carga do motor. Apesar de ser uma maneira de redução da carga solicitada, esta atitude é condenável pela redução da eficiência e vida útil da bomba. O procedimento correto seria, em vez da entrada de ar, o redimensionamento do conjunto motor-bomba por meio do rotor ou jogo de polias;
- Grandes alturas de sucção. Dependendo da forma de como são instaladas as bombas, podem ocorrer alturas demasiadas de sucção o que, além de diminuir o rendimento, pode provocar "cavitação", diminuindo a vida útil do rotor da bomba. Para este caso, reduzir ao máximo a altura de sucção;
- Redução concêntrica na tubulação de sucção. Este tipo de acoplamento (na posição horizontal ou levemente inclinada) permite a formação de "bolsões de ar", provocando o turbilhonamento do fluxo d'água na entrada da bomba e diminuindo o rendimento;
- Curvas de raio curto. As curvas existentes nas tubulações de sucção não devem ter raio curto (isto ocasiona um considerável aumento na perda de carga das instalações);
- Vazamentos na tubulação de recalque. A existência de vazamentos na tubulação de recalque é uma situação concreta de desperdício de energia;
- Ampliação após a curva. As ampliações não devem ser feitas com comprimento reduzido depois de uma curva. Assim, evita-se provocar uma maior velocidade do fluxo d'água na curva e, consequentemente, maior perda de carga;
- Tubulação longa e sem juntas. Pode-se constatar, frequentemente, a utilização de tubulações longas sem os devidos meios de proteção contra efeitos térmicos (juntas de dilatação) e hidráulicos (ventosas e válvulas de alívio). Dessa maneira, as tubulações apresentam, ao longo do tempo, deformações que oferecem um aumento de resistência ao fluxo do líquido. Altura de despejo desnecessária. Quando a saída da tubulação encontra-se numa altura bastante superior ao ponto de despejo, provoca um gasto desnecessário de energia por superdimensionamento da instalação;
- Levantes com bomba única. Deve-se evitar que as instalações sejam compostas por um único conjunto motor-bomba. O correto seria dividir a carga hidráulica em dois (ou mais) conjuntos motrizes.

Segundo Póvoa (2014), a economia no consumo de energia e o tempo de retorno do investimento, ao se optar por um motor de alto rendimento, são funções dos seus rendimentos, do tempo de operação, da potência solicitada pela carga, da tarifa de energia elétrica e dos seus preços iniciais.

4.2 Sistema de Iluminação

As instalações industriais são desafiadoras, pois necessitam de iluminação suficiente nas superfícies de trabalho, luminárias instaladas em diferentes alturas e possuem ambientes extremos. O ar pode conter gases, vapor de óleo, umidade e poeira, que tendem a prejudicar o desempenho óptico do sistema de iluminação.

O sistema de iluminação é um ponto para um inicio de trabalho de conscientização, e por outro lado em muitos casos temos soluções bastante simples para eliminar o desperdício, inclusive com pequenos investimentos iniciais ou soluções que demandam investimentos, porém com retorno interessante.

Segundo Abeelen, Harmsen e Worrell (2013), um sistema de iluminação é definido como todos os componentes necessários para atender aos requisitos da iluminação. O bom desempenho de um sistema de iluminação depende de cuidados que se iniciam no projeto elétrico, envolvendo informações sobre luminárias, perfil de utilização, ou tipo de atividade a ser exercida. A seguir apresentam-se pontos importantes para redução.

- Máximo aproveitamento da luz natural;
- Desligue a iluminação em ambientes não ocupados;
- Determine áreas efetivas de utilização;
- Nível de iluminação adequado ao trabalho solicitado conforme recomenda a Norma Brasileira;
- Utilize circuitos independentes para utilização de iluminação parcial e por setores;
- Iluminação localizada e pontos especiais como: máquinas operatrizes, pranchetas de desenho, depósitos etc.;
- Sistemas que permitam desviar o calor gerado pela iluminação para fora do ambiente, visando reduzir a carga térmica dos condicionadores de ar;

ISSN 1809-3957

- Selecione cuidadosamente lâmpadas e luminárias buscando conforto visual com mínima carga térmica ambiental;
- Utilize lâmpadas e luminárias de alta eficiência energética;
- Escolha lâmpadas adequadas a cada tipo de ambiente;
- Selecione cuidadosamente reatores, buscando a redução das perdas e fator de potência mais alto;
- Utilize relés fotoelétricos para controlar o número de lâmpadas acesas em função da luz natural no local;
- Quando for possível recomenda-se a instalação de sensores de presença;
- Estabeleça um programa periódico de limpeza das lâmpadas e luminárias existentes;
- Flexibilidade nos sistemas de comando de iluminação, ampliando o número de interruptores se necessário, de forma a utilizar apenas a iluminação efetivamente necessária;
- Percorra os diversos setores da indústria, a fim de verificar se há luminárias desnecessárias ou com excesso de iluminação;
- Utilize iluminação artificial somente onde não existir iluminação natural suficiente para o desenvolvimento das atividades;
- Instrua os empregados a desligarem as lâmpadas de dependências desocupadas, salvo aquelas que contribuem para a segurança;
- Reduza a carga de iluminação nas áreas de circulação, garagem, depósitos, etc., observando sempre as medidas de segurança;
- Evite pintar os tetos e paredes com cores escuras, as quais exigem lâmpadas de maior potência para a iluminação do ambiente;
- Verifique a possibilidade de instalar "timer" para controle da iluminação externa, letreiros e luminosos;
- Limpe regularmente as paredes, janelas, forros e pisos. Uma superfície limpa reflete melhor a luz de modo que menos iluminação artificial seja necessária.

Segundo Procel (2009) o tipo correto de iluminação é crucial em instalações de linha de produção, assegurando que a proporção de defeitos em potencial seja diminuída, e a qualidade geral maximizada.

Ao se economizar energia elétrica com a iluminação, ganha o meio ambiente, uma vez que a geração de energia elétrica tem impacto ambiental e contribui com a redução do consumo de energia elétrica.

4.3 Sistemas Térmicos

Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2014), os fornos elétricos e as estufas são equipamentos de aquecimento que consomem volumes expressivos de energia elétrica e Gás Natural nas instalações industriais. Apesar de serem considerados equipamentos de elevada eficiência, costumam apresentar perdas significativas, não só nas operações de aquecimento e fusão, como também nas chamadas operações complementares, como o carregamento e transporte do material aquecido. As recomendações para redução do consumo são:

- Havendo casos de fornos que operam com carga inferior a 50% de sua capacidade, essa situação deve ser corrigida, já que ela conduz a consumos desnecessários de energia;
- Evite aquecimentos inúteis: o forno elétrico ou a gás natural deve operar o mais próximo possível da plena carga, pois isso proporciona uma diminuição do consumo específico;
- Minimize o tempo de carregamento dos fornos;
- Se tiver sido observado o uso exagerado de dispositivos de transportes entrando e saindo do forno, há uma indicação de má utilização de energia para o aquecimento de tais dispositivos;
- Tendo sido observados equipamentos operando com as portas não totalmente fechadas ou a existência de frestas em portas, soleiras ou tampas, deve-se procurar corrigir tais situações que reduzem o rendimento térmico dos fornos;
- Mantenha portas fechadas: é importante lembrar que uma porta ou tampa aberta se constitui num dos maiores fatores de perda de calor;
- A introdução de cargas para o aquecimento contendo impurezas ou umidade representa uso de energia desnecessária e deve ser evitadas;
- Se for registrado o uso de cadinhos com isolamento térmico em mau estado ou sem tampa, o consumo de energia elétrica pode ser reduzido por meio de uma ação corretiva para recuperação do isolamento térmico e colocação de tampas nos cadinhos;
- Verifique a possibilidade de reaproveitar o calor proveniente dos sistemas de refrigeração, resfriamento do forno e gases de exaustão;
- Sempre que possível, pré-aqueça a carga a ser introduzida nos fornos elétricos. Essa é uma boa aplicação para a energia recuperada dos fornos;
- Evite sobreaquecimentos: recomenda-se trabalhar sempre próximo ao nível mínimo de temperatura para o qual o processamento foi especificado.

Neste sistema o consumo também pode ser reduzido através do uso eficiente de energia e da redução das perdas de calor com um bom isolamento térmico e o reaproveitamento do calor para o pré-aquecimento. Em alguns casos há necessidade da substituição de resistências dos Fornos elétricos visando o melhor desempenho energético. Os tratamentos térmicos de aço envolvem um conjunto de operações que, se otimizadas, vão conduzir a uma melhoria energética de todo processo. (FILIPE; FERREIRA, 2013).

V. CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível reunir informações descritas acerca de como se abrange os principais usos de energiaelétrica no processo produtivo, visto que. a classe industrial apresenta uma grande variedade de atividades.

A conservação de energia na indústria deve ser iniciada por uma campanha de conscientização, com a motivação de todos os empregados, por meio da distribuição de folhetos, cartazes, manuais, notícias em jornais internos. Deve haver a participação de todos os níveis da indústria, com responsabilidades definidas, em que cada uma das ações a serem definidas deve ter responsáveis diretos. Ações práticas de conservação de energia não podem ser meramente episódicas, mas sim fazerem parte do cotidiano das empresas.

ISSN 1809-3957

Mostrou-se também que ações práticas de conservação de energia não podem ser meramente ilustrativas, mas sim fazerem parte do cotidiano das empresas.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEELEN, C.J., HARMSEN, R. & WORRELL, E. Implementation of energy efficiency projects by Dutch industry. Energy Policy, v. 63, p. 408–418, 2013.

BEN – Balanço Energético Nacional, 2012, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético – SPE / Ministério de Minas e Energia - MME, Distrito Federal, Brasil.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Eficiência Energética na Indústria. Disponível em: http://www.portaldaindustria.com.br/. Acesso em 15 de junho de 2014

ENSSLIN, S. R. Manuais Elektro de Eficiência Energética. Revista Contemporânea de Contabilidade, v. 7, n. 14, 2011.

FILIPE, RICARDO; FERREIRA, FIGUEIREDO. Proposta de Ações de Eficiência Energética numa Instalação de Tratamentos Térmicos, 2013.

GARCIA, A. G. P. et al. Energy-efficiency standards for electric motors in Brazilian industry. Energy Policy, v. 35, n. 6, p. 3424–3439, 2007.

Manual Técnico Eficiência Energética e Gestão de Energia Elétrica na Indústria. Disponível em: http://www.celesc.com.br/. Acesso em 30 de junho de 2014.

MCKINSEY. Sustainability, Resource, Productivity , Energy efficiency . A compelling global resource. 2010

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Eficiência Energética e Conservação de Energia. Disponível em: http://www.mma.gov.br/clima/energia/eficiencia-energetica. Acesso em 15 de junho de 2014

OLANREWAJU, O.A; JIMOH, A.A. Review of energy models to the development of an efficient industrial energy model, Renewable and Sustainable. Energy Reviews, v. 30, p. 661–671, 2014.

PÓVOA, MARCOS CORTEZ BRITO LEITE, Fatores De Influência Na Eficiência Energética, 2014.

PROCEL INDÚSTRIA. Propostas de ações de eficiência energética para o setor industrial no âmbito do PNEF. Rio de Janeiro, 2009.

PROCEL. Manual de eficiência energética para indústria e comercio. Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/main.asp. Acesso em 30 de junho de 2014.

SIDERURGIA NO BRASIL 2010-2025. Subsídios para tomada de decisão. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, 2010.

ZHANG, Q. et al. Utilization Secondary Energy in Integrated Iron and Steel Works for Improving Energy Utilization Efficiency. 2010 International Conference on Digital Manufacturing & Automation, p. 887–889, 2010.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

RELATION BETWEEN SOLIDIFICATION FLAWS AND MOLTEN POOL GEOMETRY IN HYBRID LASER-GMA WELDING OF THICK API 5L X70 STEEL PLATES

LUIZ DELAGNELO BARBETTA[1,2]; WALTER LINDOLFO WEINGAERTNER[1]; OLIVER SEFFER[2]; RABI LAHDO[2]; ANDRÉ SPRINGER[2]; STEFAN KAIERLE[2]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA; 2 – LASER ZENTRUM HANNOVER E.V.
luiz_db@yahoo.com.br

Abstract - In this work, the influence of a bulge in the molten pool on solidification flaw formation was analyzed, and how some parameters affect the bulge and the amount of solidification flaws in hybrid laser-GMA welding of API 5L X70 steel. The welding parameters were varied, concerning filler wire material, laser beam power, welding speed, beam width and the use of transverse beam oscillation, and then the weld seams were submitted to X-ray and metallographic imaging. The bulge widening angle, proposed as a means of evaluating the correlation between the bulge and the solidification flaw formation, yielded good results.

Keywords: laser welding, GMAW, hybrid welding, molten pool geometry, discontinuity, crack.

I. INTRODUCTION

The welding process is practically unavoidable for the fabrication and assembly of pipelines for the oil and gas industry. Therefore, improvements in the welding of pipeline steels which ensure productivity and safety in that economic branch are of high interest.

Submerged arc welding (SAW) and gas metal arc welding (GMAW) are the most commonly used welding techniques for joining pipes, due to their high reliability, but these processes have productivity deficits, as they use much material and are time-consuming [1]. Laser welding, on the other hand, is much faster, but less reliable, as it is very sensitive to gaps, and thus requires very good process control [1, 2]. By using hybrid laser-arc welding, a combination of arc and laser welding in one process zone, a welding process is possible that can be even faster than laser welding, but not as gap sensitive [1-3].

Welds with a very high depth/width ratio, such as laser welding, hybrid laser-arc welding and electron beam welding, are prone to solidification flaw formation, a discontinuity akin to a short crack found inside the weld seam along its central plane [4-6]. The cause for this discontinuity is still not well understood, as some research finds the characteristics of a crack at the discontinuity surfaces [7], while other research finds a surface without deformation and free solidification, indicating that it might be some kind of shrinkage porosity rather than a crack [8-10]. The molten pool geometry seems to be a prevalent factor in solidification flaw formation, especially the depth/width ratio and the presence of a bulge [6].

The publically funded research project HYBRILAS was developed by the Laser Zentrum Hannover e.V. together with other partners to help develop hybrid laser-GMA welding for industrial joining of thick steel plates of the X70 grade according to API 5L and the aluminum alloy EN AW-6082-T6 [11]. Within the scope of this project, the objective of this work is to evaluate the influence of a seam bulge on solidification flaw formation, and how some parameters affect the molten pool geometry and the solidification flaw formation, since solidification flaws are considered to be defects for API 5L grade X70 pipelines [12].

II. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The welding process developed for the HYBRILAS project uses a 16 kW disk laser and two GMAW torches. The first torch is positioned in a leading direction, and works together with the laser beam in the same molten pool, resulting in a hybrid laser-GMA welding process. The second torch follows the hybrid system and works in a separate molten pool. Figure 1 shows the geometry of that process.

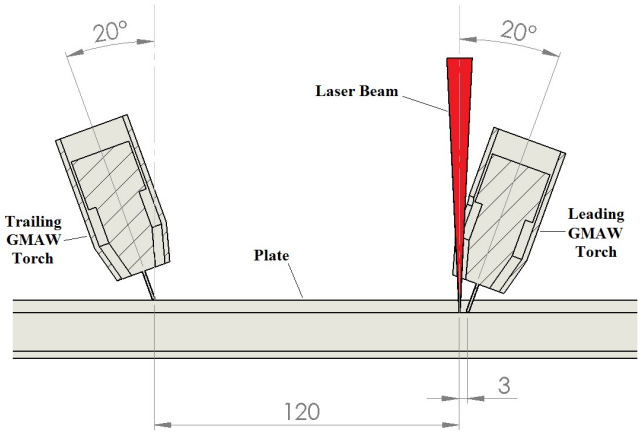


Figure 1 - Schematic representation of the hybrid laser-GMA welding process with a second GMAW process. Source: Author

A TruDisk 16002 disk laser source was used, whose characteristics are shown in table 1, and the beam was delivered to the workpiece using two different optical fibers, one with a diameter of 200 µm, and the other 300 µm. The GMAW sources are two Phoenix 522 RC Puls that work in the spray metal transfer mode.

ISSN 1809-3957

Table 1 - Laser beam source characteristics.

Beam power	320 W to 16 kW
Lowest BPP	8 mm·mrad
Wavelength	1030 nm
Minimum fiber diameter	200 µm
Energy efficiency	> 30%

The plate composition and shape are shown in table 2 and figure 2. Two different filler wire materials were used, the AWS A5.28-05: ER90S-G and the AWS A5.18 ER70S-6. As a shielding gas, the mixture ISO 14175 M21, composed of 82% argon and 18% carbon dioxide was used.

Table 2 - API 5L X70 steel plate composition.

C	0.094	**Ni**	0.007	**Ca**	0.0013
Si	0.362	**Mo**	0.001	**B**	0.0001
Mn	1.761	**V**	0.003	**Pb**	0.001
P	0.015	**As**	0.002	**W**	0.003
S	0.0024	**Sn**	0.001	**Zr**	0.001
Al	0.031	**Ti**	0.020	**Mg**	0.0001
Cu	0.008	**Nb**	0.056	**N**	0.0005
Cr	0.008	**Co**	0.002		

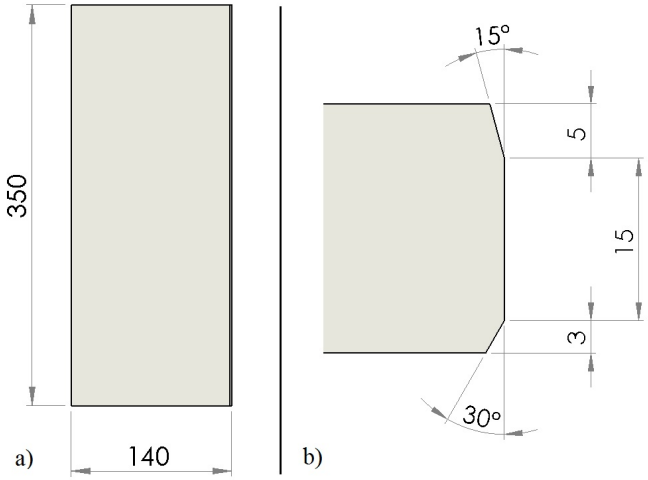


Figure 2 - Steel plate geometry and edge preparation. Source: Author

The plates were fixed without a gap using vertical clamps with a torsional moment of 75 Nm. The plate position and the gap were verified using a coaxial camera.

Seven parameter combinations were used for the experiments, as shown in table 3. For each parameter combination, between one and four hybrid welding seams were generated and consequently analyzed.

X-ray inspection and metallographic analyses were used for the parameters A, B and C. However, for parameters D, E, F and G, only metallographic analyses were performed. The results of the X-ray inspection show the shortest crack, the longest crack and the total length of cracks. Two cross-sectional cuts were made on each welding seam for the metallographic analyses. One cross-section was taken 50 mm after the beginning of the seam, and the other 50 mm before the end, to avoid any process instabilities that might occur at the beginning and at the end.

Table 3 - Laser beam power, welding speed, beam width, filler wire material, feed rate of the leading torch, feed rate of the trailing torch, scanner amplitude and scanner frequency of the parameter combinations.

	Laser beam power (kW)	Welding speed (m/s)	Beam width (µm)	Filler wire material	Feed rate leading (m/min)	Feed rate trailing (m/min)	Scan. ampl. (mm)	Scan. freq. (Hz)
A	16.0	1.8	400	90S-G	14.0	14.0	0	0
B	16.0	1.8	400	70S-6	14.0	14.0	0	0
C	16.0	1.8	600	90S-G	14.0	14.0	0	0
D	16.0	1.6	400	90S-G	14.0	14.0	0	0
E	14.0	1.2	400	90S-G	12.0	14.0	0	0
F	16.0	1.4	400	90S-G	12.0	-	1.1	100
G	16.0	1.2	400	90S-G	12.0	-	1.1	100

The depth of the seam bulge and the depth of the solidification flaw were measured within the scope of the metallographic analyses. The solidification flaw depth was defined as the distance from the plate upper surface to the flaw midpoint. The seam bulge, though, has no clear borders, so its depth was defined as the point where the bulge first reaches its maximal width from the upper surface.

To evaluate the influence of a seam bulge, the bulge widening angle (β) was defined. It is a measurement of how steeply the seam widens from a narrowing above the bulge to the bulge itself. The bulge widening angle (β) employs the geometry of an isosceles trapezoid, where the shorter base length (b) corresponds to the width of the narrowing, the longer base length (B) to the maximum width of the bulge and the height (h) is the distance between them. Figure 3 pictures this definition.

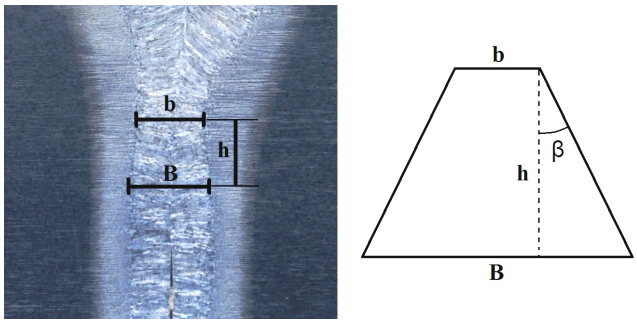


Figure 3 - Definition of the bulge widening angle (β). Source: Author

III. RELATION BETWEEN BULGE AND SOLIDIFICATION FLAW

The metallographic analyses showed that the solidification flaws are always accompanied by the presence of seam bulge. Figure 4 presents several examples. The mean values obtained for the depths of the solidification flaws and the bulges confirm this observation, as they are very close, **b = 11.0 mm** and **B = 11.5 mm** respectively. It should be noted that the bulge depth definition in this work tends to underestimate its real depth, so it can be even closer. The metallographic images were also used to measure the bulge widening angle (β), and the results are shown in table 4.

ISSN 1809-3957

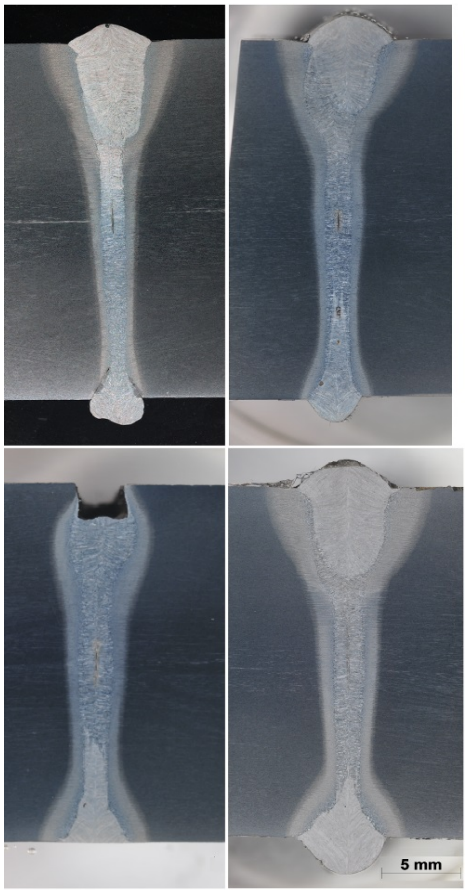


Figure 4 - Examples of welding seams with solidification flaws. Source: Author

Table 4 - Bulge widening angles (β) measured in the metallographic analyses.

Parameters	A		B	C		D		E	F	G
Seam number	1	4	1	1	2	1	2	1	1	1
β (°)	2.8	0.8	1.4	4.6	2.5	1.7	2.2	3.7	2.8	1.6

Table 5 presents the results from the X-ray inspection in terms of the crack length per welding seam length (C/W), the shortest crack (Short.), and the longest crack (Long.), for the first half (1/2) and for the second half (2/2) of the welding seam.

Table 5 - Results of X-ray inspection.

Parameters	A				B	C	
Seam number	1	2	3	4	1	1	2
C/W 1/2	0.05	0.03	0.01	0.00	0.12	0.63	0.40
C/W 2/2	0.43	0.17	0.31	0.21	0.35	0.72	0.61
Short. 1/2 (mm)	1	1	1	-	2	1	2
Short. 2/2 (mm)	1	1	1	2	1	4	2
Long. 1/2 (mm)	3	3	1	-	4	19	7
Long. 2/2 (mm)	6	8	10	3	6	19	19

The X-ray inspection cannot distinguish solidification flaws from regular cracks. However, only solidification flaws were observed in the metallographic analyses, and no other types of cracks. Furthermore, all X-ray inspection detections show short discontinuities, with a maximum length of 19 mm, which is characteristic for solidification flaws. Therefore, crack detections from the X-ray inspection are most probably solidification flaws, and will be considered so in this work.

The second halves of the welding seams show many more solidification flaws than in the first half. The gap increased during the welding process, in spite of clamped and tacked welded plates. A gap width of about 0.5 mm occurred at the end of the welding seam, which is probably the reason for the higher occurrence of solidification flaws in the second halves. To reduce this effect, only the first halves of the welding seams were considered for further analyses in this work.

Figure 5 shows a graph of the number of solidification flaws (C/W) as a function of the bulge widening angle (β) of seams that were subjected to metallographic analyses and X-ray inspection. It shows a good correlation between β and C/W, with the exception of seam number A1. The same trend can be observed between two welding seams, which were joined with the same parameter combination. C1 exhibits a higher bulge widening angle (β) and also a higher number of solidification flaws than C2. The same occurs for A1 and A4. The bulge widening angle (β) varies along the seam length, so a higher amount of metallographic images would increase the reliability of the results.

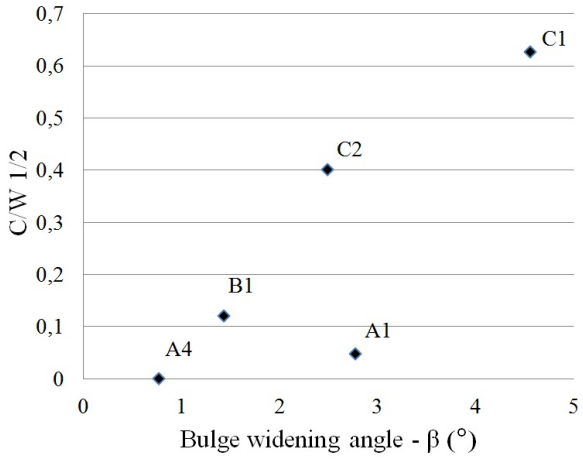


Figure 5 - Crack (solidification flaw) length per weld length (C/W) as a function of the bulge widening angle (β). Source: Author

IV. PARAMETERS INFLUENCE ON SOLIDIFICATION FLAW FORMATION

Parameter combinations A, B, and C were analyzed using X-ray inspection, and the results are shown in table 5. These investigations show that the use of AWS A5.18 ER70S-6 (B) as filler wire material instead of AWS A5.28-05: ER90S-G (A) increased the number of solidification flaws. Between the welding tests of parameter combination A and B, a significant difference in the voltage or the current of the electric arc was not detected, so the higher quantity of solidification flaws should be related to the composition of the weld metal. The ER70S-6 (B) filler wire includes a higher content of the solidification crack inducing element Si than the ER90S-G (A).

The welding seams joined using parameter combination C with a beam width of 600 µm (C) exhibit a considerably higher number of solidification flaws (C/W) than the seams which were joined with a beam width of 400 µm (A and B), while retaining the other parameters. The modification of the keyhole geometry, and accordingly the molten pool, should be the main cause for this high increase in solidification flaw formation. In this context, the mean bulge

ISSN 1809-3957

widening angle (β) for parameter combination C amounts to **3.5°,** and distinctly exceeds the mean bulge widening angle (β) for parameter combination A of **1.5°**.

The welding seams using the parameter combinations D, E, F and G were not tested using X-ray inspection, and therefore the investigations are based on the seam geometry and the occurrence of solidification flaws shown in the metallographic analyses.

The seams joined with a reduced welding speed (D), in comparison to parameter combination A, exhibit a somewhat higher mean bulge widening angle (β) of **2.0°**, but solidification flaws were not observed in the metallographic analyses, as partially shown in figure 6. Due to a higher heat input as a consequence of a reduced welding speed, solidification of the molten pool is delayed, and the aspect ratio increases.

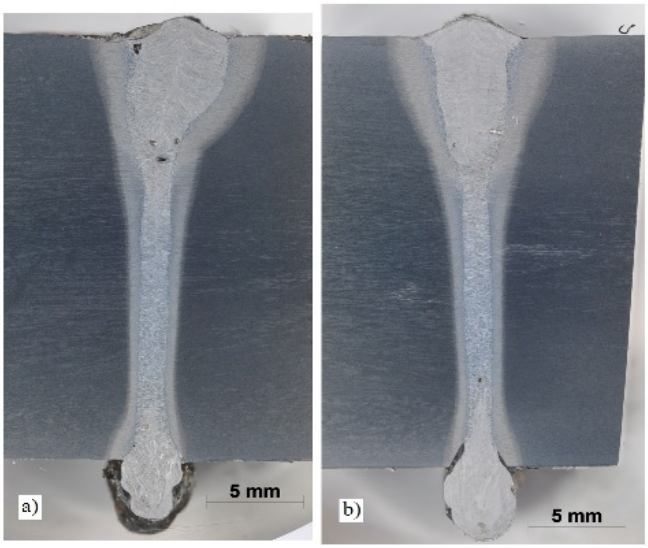


Figure 6 - Cross-sectional metallographic images of welding seams with parameters combination D. Source: Author

For the seams welded with parameter combination E, a reduced laser beam power and welding speed were used. The seams exhibit severe bulging, with a mean bulge widening angle (β) of **3.7°**, and the detection of a solidification flaw in one cross-section of the metallographic analyses, as shown in figure 7a). In comparison to parameter combination A, the welding speed decreases (**1.8 m/min** to **1.2 m/min**), and the laser beam energy per section increases (**533 kJ/m** to **700 kJ/m**), with the result of a less desirable molten pool geometry and a higher tendency to solidification flaw formation. This contradicts the usual recommendation of reducing the welding speed to avoid solidification flaws [13, 14], and agrees with observations of other authors [15, 16].

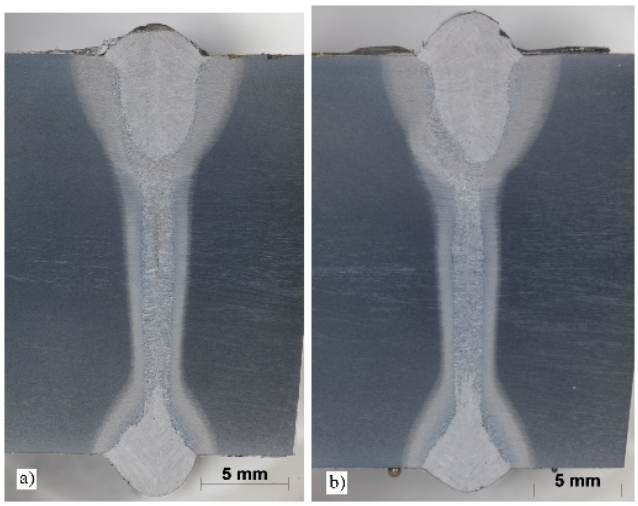


Figure 7 - Cross-sectional metallographic images of welding seams with parameters combination E. Source: Author

The seams welded using parameter combination F and G used transversal beam oscillation. Parameter combination F used a welding speed of **1.4 m/min**, which resulted in a laser beam energy per section of **686 kJ/m**, and parameter combination G used a welding speed of **1.2 m/min,** and accordingly a laser beam energy per section of **800 kJ/m**. Despite the relatively small difference in the welding speed, the results were quite diverse. The mean bulge widening angle (β) for parameter combination F amounts to **2.8°,** and solidification flaws were detected in both cross-sections of the metallographic analyses (figure 8). On the other hand, in the metallographic analyses of parameter combination G, solidification flaws were not detected (figure 9). In addition, the seam exhibits a much gentler geometry with a mean bulge widening angle (β) of **1.6°**. In this case, a decrease in the welding speed, and accordingly increasing laser beam energy per section, had a beneficial effect on the welding seams.

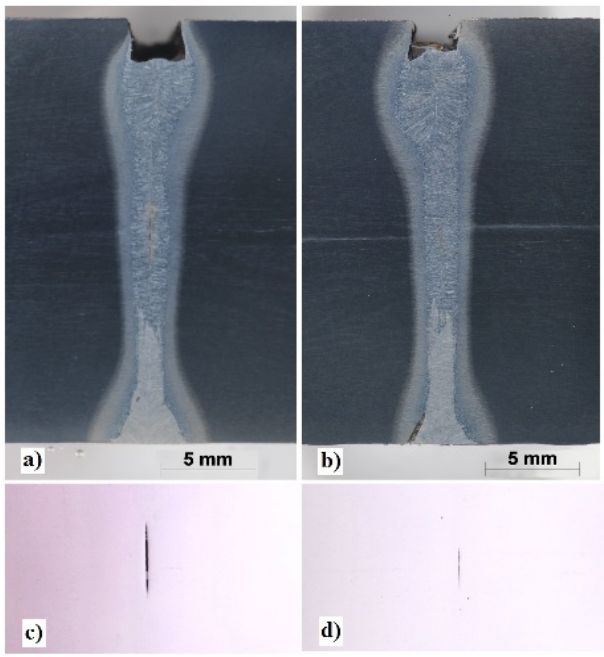


Figure 8 - Cross-sectional metallographic images of welding seams with parameter combination F. c) and d) show the solidification flaws of a) and b) with special highlighting. Source: Author

ISSN 1809-3957

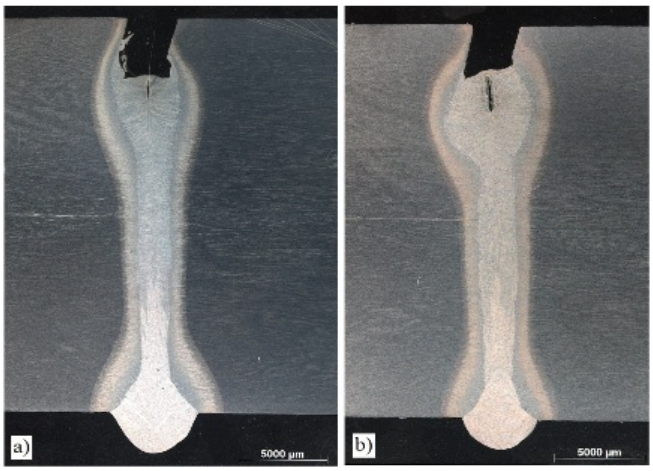


Figure 9 - Cross-sectional metallographic images of welding seams with parameters combination G. Source: Author

Instead of solidification flaws, the seams of parameter combination G exhibited another discontinuity in the arc-dominated zone. This defect might be caused by an insufficient fill.

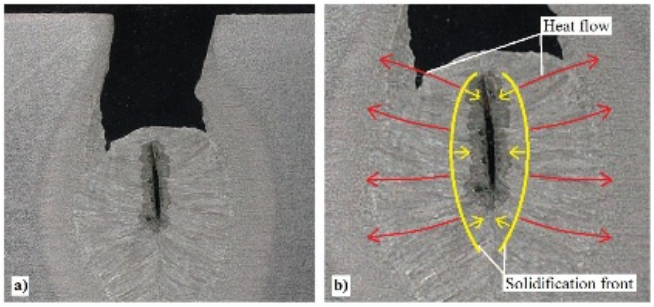


Figure 10 - Discontinuity in the arc-dominated zone of a welding seam with parameters combination G. Source: Author

V. CONCLUSIONS

In this work, the bulge widening angle (β) was proposed as a means of evaluating the severity of a bulge in the molten pool geometry for the formation of solidification flaws. The initial results found in this work support its usability, but more tests are still required.

A high relation between a bulge in the molten pool and a solidification flaw was observed, as the solidification flaw is always associated with a bulge, and the seams with more severe bulges exhibit a higher number of solidification flaws.

The composition of the filler wire material can influence solidification flaw formation. By changing the weld metal composition, it can become more prone to solidification cracks.

The laser beam width has a great influence on the molten pool geometry, and accordingly on solidification flaw formation.

Welding speed and laser beam energy per section showed opposing influences on solidification flaw formation and on the molten pool geometry in this work. That might explain the conflicting information in the literature.

VI. ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), supported by the Association of German Engineers Technology Centre (VDITZ) within the research funding initiative Materials Processing with Brilliant Laser Beam Sources (MABRILAS).

VI. REFERENCES

1. OLSEN, F. O. et al. **Hybrid laser-arc welding**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2009. ISBN ISBN 978-1-84569-370-1.
2. BAGGER, C.; OLSEN, F. O. Review of laser hybrid welding. **J. Laser Appl.**, 17, n. 1, February 2005. 2-14.
3. STEEN, W. M.; EBOO, M.; CLARKE, J. Arc augmented laser welding. **Int. Conf. on Advances in Welding Processes**, 4, 1978. 257-265.
4. KELLER, H. **CO2-Laserstrahl-MSG-Hybridschweißen von Baustählen im Blechdickenbereich von 12 bis 25 mm**. Aachener Berichte Fügetechnik. Aachen. 2003.
5. KRISTENSEN, J. K. Trends and developments within welding and allied processes. **IIW international conference on advanced processes technologies in welding and allied processes**. Copenhagen. 2002.
6. KRISTENSEN, J. K. et al. Laser welding of C-Mn steels and duplex stainless steels. **Assessment of Power Beam Welds**. Geesthacht. 1999.
7. JÜPTNER, W. et al. Modellierung der Heißrißeignung unlegierter Stähle beim Laserstrahlschweißen. **Strahltechnik Band**, 6, 1998. 143-150.
8. MALY, H. **Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff – Untersuchungen zur Beeinflussung der Nahteigenschaften von Grobblechen**. 202 p. Dissertation (Diplom). Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule. Aachen. 1998.
9. JACOBSKÖTTER, L. **Laserstrahlschweißen thermomechanisch gewalzter Grobbleche in Dicken zwischen 10 mm und 30 mm**. 168 p. Dissertation (Diplom) Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule. Aachen. 1996.
10. HENDRICKS, M. **Qualitätsuntersuchungen an Laserstrahlschweißverbindungen un-, niedrig- und hochlegierter Stähle**. 117 p. Dissertation (Diplom) Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule. Aachen. 1991.
11. SEFFER, O.; LAHDO, R.; SPRINGER, A.; KAIERLE, S.; KRACHT, D. **Schweißen von Dickblechen mit brillanten Laserstrahlquellen (HYBRILAS) – Grundlagenuntersuchungen für Stahl und Aluminium.** Schlussbericht. FKZ 13N10549. Laser Zentrum Hannover e.V. Hannover. 2014.
12. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API 5L: Specification for Line Pipe**. Washington D.C. 2007.
13. BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG. **Qualifizierung des Nd:YAG- un CO2-Laser-Plasma-Pulver-Hybridschweißens**. Berlin. 2006.
14. WEISE, S. **Heißrißbildung beim Laserstrahlschweißen von Baustählen**. 122 p. Dissertation (Diplom) Universität Bremen. Bremen. 1998.
15. SLV HALLE GMBH. **Erstarrungsbedingte Gefügetrennungen beim Hochenergieschweißen**. Halle. 2009.
16. KRISTENSEN, J. K.; BORGGREEN, K.; KNUDSEN, S. Large scale testing of laser welded structural steels. **Conference on the Joining of Materials**, Elsinore, 8, 1997. 1-13.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

SECAGEM DE UVA COM SECADOR SOLAR DE EXPOSIÇÃO DIRETA, FABRICADO A PARTIR DE SUCATA LUMINÁRIA

ISAC BARBOSA DE ALMEIDA[1]; MICHELE ASLEY ALENCAR LIMA[1]; LUIZ GUILHERME MEIRE DE SOUZA[2]
1 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE - IFRN; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN
isac.barbosa@ifrn.edu.br; michele.lima@ifrn.edu.br

***Resumo** - Apresenta-se um secador solar de exposição direta para a secagem de alimentos, construído a partir da sucata de luminária. O secador de exposição direta trabalha em regime de circulação natural de ar. Serão apresentados os processos de construção e montagem desse secador que permite a reutilização de materiais, constituindo-se uma alternativa ambientalmente correta de reciclagem. As principais características do secador proposto são baixo custo, simples processos de fabricação e montagem. Serão apresentados resultados de testes para a secagem de uva atestando a viabilidade térmica e econômica do sistema alternativo de secagem solar proposto. Ressalte-se a importância social que tal aplicação representa para a minoria populacional, uma vez que o valor agregado a frutas, verduras, leguminosas e outros tipos de alimentos desidratados em relação ao in natura pode representar uma opção de geração de renda. Como também foi estudado o processo de transformação de uvas secas em farinha.*

***Palavras-chave:** Secador solar. Secagem de alimentos. Baixo custo. Reutilização de materiais.*

I. INTRODUÇÃO

O grande desafio do mundo é produzir alimentos para uma população que já ultrapassou os sete bilhões de habitantes. Uma vez que as áreas agricultáveis estão diminuindo, a oferta de água para irrigação é escassa e as tecnologias de produção já não conseguem dar mais saltos de produtividade, alguns especialistas acreditam que até nas próximas décadas a oferta de alimentos no mundo crescerá menos que a população.

O Brasil é uma exceção neste panorama e surge como uma das forças produtoras no terceiro milênio. Ele é um dos três maiores produtores de frutas do mundo. Sua produção superou 43 milhões de toneladas em 2008, o que representa 5% da produção mundial. Com este índice, o país estará atrás somente da China e da Índia. Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) 53% da produção brasileira são destinados ao mercado de frutas processadas e 47% ao mercado de frutas frescas. Existe hoje um mercado externo com potencial acessível à fruticultura brasileira de 28,3 milhões de toneladas.

Apesar da indiscutível necessidade de se aumentar a produção de frutas e ampliar as exportações tornam-se imprescindível reduzir as perdas que ocorrem em toda a cadeia produtiva. Nos países emergentes as perdas são estimadas em 50% para alguns produtos. Nossa realidade não é diferente, desde o produtor até o consumidor, a magnitude das perdas é considerável. Este fato evidencia a urgente necessidade de processos simples e baratos, que possam oferecer caminhos para conservar estes alimentos extremamente perecíveis (Souza *et al.*, 2010).

Para combater estes graves problemas de desperdícios alimentar que poderiam ser aproveitados para minimizar os graves problemas sociais ligados à fome e a miséria, o uso da energia solar é imprescindível, pelas suas características de ser limpa, de grande potencial, largamente disponível em todo o Brasil, principalmente no Nordeste, região com maior índice de desigualdade social, e de fácil tecnologia de construção para os protótipos que transformam a energia solar em calor.

Um das possibilidades da aplicação da energia renovável é a secagem de alimentos. A secagem das colheitas por exposição direta exige que tenhamos suficiente radiação solar; baixa porcentagem de umidade ambiental e ataque limitado de externos: insetos, pássaros, roedores, etc.

A secagem solar é operacionalizada por um sistema que pode trabalhar em regime de circulação natural ou forçada. Os alimentos podem ser desidratados em secagem de exposição direta ou indireta. Quando postos a secar no secador solar a secagem é dita direta, com os alimentos expostos à ação dos raios solares. Neste tipo de secagem o controle das propriedades dos frutos torna-se mais difícil. Quando se quer uma secagem mais controlada opta-se pela secagem de forma indireta, com os alimentos a secar postos na câmara de secagem.

No sentido de combater a perecibilidade e o desperdício apresenta-se uma proposta de desidratação solar, capaz de agregar significativo valor ao produto final, utilizando um sistema de baixo custo, fácil construção e montagem e que utiliza uma fonte energética limpa, disponível e ecologicamente correta.

O trabalho apresenta secadores solares produzidos a partir da utilização de sucatas de luminárias e material

ISSN 1809-3957

compósito obtido através da reutilização de materiais. Podem representar uma alternativa para a produção de alimentos propiciando a minimização da fome de comunidades carentes e, também, uma opção de geração de emprego e renda para essas comunidades a partir da fabricação e comercialização de farinhas.

O projeto ainda apresenta outra vertente importante dentro de uma política de combate à miséria, que é através do repasse da tecnologia de utilização do sistema de desidratação proposto, oferecer uma oportunidade de geração de renda, através da comercialização das farinhas produzidas de custo muitas vezes maior que o produto in natura.

Portanto, o projeto em proposição, visa principalmente uma ação de combate a perecibilidade e ao desperdício, utilizando uma energia largamente disponível em nossa região. Trata-se de um sistema de baixo custo e tecnologicamente simples e viável, e pode contribuir significativamente como uma ação de fixação do homem ao campo, atacando os problemas do desemprego, da fome e da miséria e combatendo a exclusão social.

II. METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Máquinas Hidráulicas e Energia Solar no Núcleo de Tecnologia Industrial da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Utilizaram-se em média 960 g de uva roxa, que foram cortadas ao meio no sentido longitudinal param serem expostas no secador.

O secador de exposição direta do sistema de secagem proposto foi construído a partir de uma sucata de luminária mostrada na Figura 1.

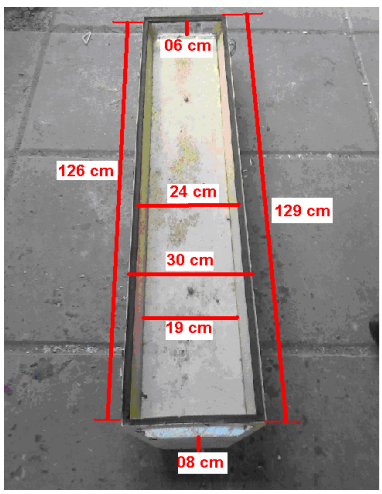


Figura 1 - Sucata de luminária utilizada como molde para confecção do secador solar proposto

A área interna do secador onde os produtos foram postos a secar era de aproximadamente 0,25 m² e o volume interno de aproximadamente 15 litros.

As etapas dos processos de fabricação e montagem do secador alternativo de baixo custo proposto apresentam-se descritas a seguir:

- Retirada da fiação e dos componentes elétricos da sucata de luminária;
- Abertura nas testas do secador para a circulação do ar, utilizando serra manual comum;
- Corte dos pedaços de vidros – aproveitados de sucatas de janela – que irão compor a cobertura e bandeja do secador utilizando ferramenta de diamante;
- Pintura da chapa sobre a qual serão colocados os vidros da bandeja e de todas as superfícies internas do secador com tinta preta fosca;
- Colocação dos vidros sobre a chapa absorvedora de calor;
- Pintura das superfícies externas do secador com tinta preta fosca;
- Colocação do vidro de cobertura – vidro plano com 3 mm de espessura;

A Figura 2 mostra as várias operações dos processos de fabricação e montagem do secador solar de convecção natural de exposição direta, construído.

Figura 2 - Etapas dos processos de fabricação e montagem do secador solar de compósito proposto

O secador de exposição direta foi ensaiado para secagem da uva em regime de convecção natural, sendo levantados dados de radiação solar global, umidade relativa do ar, temperatura ambiente e massas inicial e final de três amostras, localizadas próximas à entrada, no meio e próxima à saída do secador, a cada hora. Para a sua identificação, as amostras foram colocadas nos três pontos indicados de forma que ficasse mais distante dos alimentos, facilitando o seu reconhecimento. A figura 3 ilustra onde as amostras se localizavam nos secadores.

Figura 3 - Secador durante ensaio com amostras de uva

ISSN 1809-3957

As massas das amostras foram verificadas a cada hora decorrida de secagem. Se o produto a ser seco não atingia sua plena secagem em um dia, retirava-se o produto e colocava-o num recipiente fechado para a manutenção da umidade e continuação da secagem no dia seguinte.

Dois parâmetros são fundamentais na secagem de quaisquer produtos; a massa de água inicial e a massa de água final pretendida. Em relação ao percentual residual de massa de água a literatura solar de secagem aponta uma faixa de valor de 15 – 20%.

O teor de umidade, ou o mesmo que teor de água corresponde à relação percentual entre a massa de água presente e a massa total do produto. Os valores de massa de água utilizados na Tabela 1 foram obtidos de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO).

A Tabela 1 apresenta o percentual de massa de água presente nos alimentos antes do processo de secagem, chamado de umidade inicial do produto, e o percentual de água desejado ao final do processo.

Tabela 1 - Percentual de água no alimento

Produto	Massa de Água (%)
Uva pré-secagem	86,1%
Uva pós-secagem	15%

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados testes com o sistema de secagem de exposição direta em convecção natural para a secagem da uva que foi cortada ao meio longitudinalmente e posta sobre a bandeja de secagem como ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Uvas cortadas longitudinalmente

A Tabela 2 apresenta os dados gerais da secagem da uva. O percentual de massa úmida da uva corresponde a 86,1% de sua massa inicial, conforme aponta a literatura de desidratação de alimentos. A massa total da uva a secar foi de 961 g. A amostra 1 ficava colocada próxima a entrada do secador, a amostra 2 no meio e a amostra 3 próxima a saída do secador, a secagem durou 4 dias.

Tabela 2 – Dados gerais da secagem das uvas

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	Fim do 4º Dia
Massa total (g)	961	641,5	399	264	201
Massa úmida (g)	827,42	507,92	265,42	130,42	67,42
Massa Seca (g)	133,58	133,58	133,58	133,58	133,58

De acordo com os dados demonstrados na Tabela 2, pode-se determinar a perda de massa percentual e a perda de umidade percentual ao fim de cada dia, expostas nas Tabelas 3.

Tabela 3 – Perdas de massa e umidade percentuais de uva

	Perda de massa percentual	Perda de umidade percentual
Ao fim do 1º dia	33,25%	38,61%
Ao fim do 2º dia	58,48%	67,92%
Ao fim do 3º dia	72,53%	84,24%
Ao fim do 4º dia	79,08%	91,85%

A Tabela 4 apresenta as perdas de massa em porcentagem das amostras da uva ao final de cada dia, facilitando o estudo da secagem dos alimentos e da eficiência do secador.

Tabela 4 – Perdas de massa em porcentagem das amostas de uva no final de cada dia

Dia (final)	Uva		
	P_{A1}	P_{A2}	P_{A3}
Primeiro	32,73%	33,29%	33,46%
Segundo	58,73%	59,52%	60,55%
Terceiro	73,74%	73,89%	74,48%
Quarto	93,27%	93,65%	95,18%

Nota-se que, ao final do primeiro dia de secagem, as amostras da uva já haviam perdido mais de 30% da sua massa. A perda de massa total para as três amostras da uva foi superior a 93%, sendo a amostra 3 a que mais sofreu redução de massa, pois o ponto 3 era a saída de ar do secador, sendo assim o ponto que recebia maior quantidade de calor.

Após a secagem dos alimentos foram obtidos bons resultados comprovando a eficiência do secador proposto. Esses resultados estão descritos na porcentagem de massa perdida pela uva na Tabela 3, assim como na foto dos alimentos secos na Figura 5.

Figura 5 – Uvas após a secagem

A Tabela 5 apresenta a massa de água após a secagem da uva, comprovando a eficiência do secador.

Tabela 5 – Massa total, massa úmida inicial e massa úmida final da uva.

	Uva
Massa total inicial (g)	961
Massa úmida inicial (g)	827,42
Massa úmida final (g)	67,42
Massa úmida final	8,15%

A massa úmida final da uva ficou abaixo de 10%, Como apresentado na Tabela 1, os valores pretendidos de massa de água final da uva eram 15%, e como apresentado na Tabela 7, os resultados foram satisfatórios.

Após a secagem a uva foi triturada, obtendo assim farinha de uva, para que dessa forma as pessoas possam comercializar a farinha e obter uma renda extra com a utilização do secador.

Os resultados dos testes realizados demonstraram a viabilidade de utilização dos secadores construídos a partir de sucatas de luminária, podendo a carga dos produtos ser aumentada através da utilização de um maior número de módulos de secagem. O tempo de secagem obtido, as umidades finais e as perdas de massa das amostras da uva estiveram compatíveis com o que aponta a literatura especializada em desidratação de alimentos.

Outro fator positivo no sistema de secagem apresentado é o seu baixo custo e facilidade de construção, podendo contribuir para a socialização da secagem solar como meio de geração de emprego e renda.

IV. CONCLUSÃO

O secador proposto mostrou-se viável para produzir a secagem do alimento testado a baixo custo;

O processo de secagem por exposição direta mostrou-se eficiente podendo produzir perda de massa compatível com o que aponta a literatura especializada em desidratação de alimentos;

Os produtos secos podem representar uma fonte de renda para comunidades carentes pelo significativo valor agregado em relação aos produtos in natura;

A utilização do secador proposto é viável em zona rural e urbana para combate aos desperdícios e perecibilidade, podendo ser utilizado vários módulos de secadores para o aumento da carga de secagem;

O custo de fabricação de tal secador é muito baixo, permitindo assim sua construção por comunidades de baixa renda.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A.R.S., **Sistema de secagem solar para frutos e modelagem da secagem de banana em um secador de coluna estática**, Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFRN, Natal, RN, 2008.

SANTOS, T.S.N., **Estudo comparativo de secadores solares de exposição direta e convectivo**, Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN, Natal, RN, 1997.

SENA, J.F., 1997**, Secagem de Sementes de Algodão usando Coletor Solar Plano: Estudo Cinético e Térmico**, Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN, Natal.

SOUZA et al.**, Obtenção de tomate seco utilizando um sistema de secagem solar construído com materiais alternativos**, 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, Cusco, Peru, 2007.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011. 161 p.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

STRESS-STRAIN BEHAVIOR AND DUCTILE FRACTURE CHARACTERIZATION OF IF TENSILE TEST BY 2D AND 3D NUMERICAL SIMULATIONS

CAROLINE ZANINI BRESSAN[1]; MIGUEL VAZ JR [2].
1 – UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
carol_srf@hotmail.com

Abstract** - Numerical methods have been gaining widespread attention in the engineering area especially because of its importance to the development of new products and the availability of commercial software. In the last years, with the advance in technology, there is a huge advance in the researches, mainly in the mechanical and metallurgical metal forming processes simulation. The numerical simulation by computers is becoming more usual and turning into a key factor for solving many problems found in manufacturing industries and in the scientific research in the academy. Although, to develop such simulation procedure, it is necessary a deep knowledge in what is going to be simulated. Present work fits in this context, the aim of this work is to coupling plasticity with damage mechanics by numerical simulation of the simple tensile test of an IF steel and compare with its experimental results to obtain the best parameters to fit the experimental stress versus strain curve. The simulation was done with the software ABAQUS®, employing the Finite Elements Method. This software has been already used in many other cases and has shown a good response in the simulations. For the numerical simulation of the elasto – plastic straining process it was used the Gurson-Tvergaard-Needleman model for porous materials. The specimens tested were cylindrical specimen made of annealed IF steel. Comparisons between experimental and numerical simulations of 2D and 3D drawings for load versus displacement curves were done to analyse and discuss the influence of the GTN parameters and if there is any difference between 2D and 3D drawing in numerical simulation. The results obtained numerically 2D and 3D approached to the experimental.

***Key-words:** simple tensile test, Gurson-Tvergaard-Needleman model, numerical simulation, ABAQUS®.*

I. INTRODUCTION

Currently, one of the most important steel for the automotive industry in cars fabrication for the external parts is the interstitial free steel (IF) which has a great ductility. This steel was specially developed to attend the reduction in weight requirements through the reduction of the steel sheet from 1.5 mm in the seventies decade to 0.80 mm in these days. The steels sheets today for automobilist's industry evolved from the old traditional steels such as the median drawing steels, deep drawing steels, extra deep drawing steels and aluminum killed steel. The steel most used today in the automotive industry are the dual phase (DP) sheet which is used as a structural steel in the wheel vehicle fabrication and the interstitial free steel which is used in the fabrication of floor, front and back vehicle doors and car hood and roof.

One experimental method most known and effective to obtain mechanical properties from the materials are the laboratories tests. Especially the simple tensile test is usually used because it cost is not so high, it is an easy test and at the same time gives many mechanical properties that will be used as inputs in the numerical simulations of two dimensional and three dimensional for metallic sheets forming parts.

Nowadays, it is well known that there are different approaches to describe a metallic material rupture. Therefore, in the literature there are three concepts for metal rupture which are suitable for each kind of situation:

1. **The Linear Elastic Fracture Mechanics (LEFM)** which is applied to brittle materials that do not present strain hardening and uses the Griffith energy criterion or the critical stress intensity factor for fracture;
2. **The Elasto-Plastic Fracture Mechanics (EPFM)**, in this case a large plastic strain region around the crack tip is considered and a crack growth resistance curve is defined, the J-Integral method and the Crack tip opening displacement (CTOD) are used and
3. **The Continuum Damage Mechanic** approaches which describes the evolution of material internal damage leading to rupture for large plastic strain.

The coupling of plasticity with damage mechanics of IF steel sheet forming is a relevant issue in numerical simulation of part development. Thus, considering the actual development stage of Fracture Mechanics, the term "fracture" is more appropriate when fracture mechanics concepts are involved to describe rupture to avoid misconceptions.

The typical stress-strain behavior of elasto-plastic metals at initial yielding is described by von Mises criterion. This criterion for isotropic metals describes a yield surface which has a round cylindrical shape in the principal stress space and the evolving size of this cylindrical yield surface is defined by the strain hardening law which relates the equivalent Mises stress σ_{Eq} to the equivalent strain ε_{Eq} .

It is well known that the two main parameters that govern void nucleation and growth in metals are the stress triaxiality and the plastic strain

The stress triaxiality η is defined as the ratio of the hydrostatic stress to the von Mises equivalent stress, as follows:

ISSN 1809-3957

$$\eta = \frac{\sigma_H}{\sigma_{eq}} == \frac{(\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})/3}{\frac{1}{\sqrt{2}}\left[(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{xx} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2\right]^{\frac{1}{2}}}$$

Where: σ_H and σ_{eq} are the hydrostatic or mean stress and the von Mises equivalent stress, respectively. And σ_{xx} , σ_{yy} and are the principal stresses in the x, y and z-directions, respectively. The stress triaxiality changes with the thickness position, z, and the distance from the current crack tip, Δx , and varies also with the crack extension, Δa [1].

The damage behavior depends strongly on the loading type (stress triaxiality) and cannot be modeled with simple damage models based on one constant fracture strain.

Because of this high need to enhance the quality of technologies, many tools were developed to help engineer to understand the material failure mechanism behavior, as for example, computational mechanics. Developments in computational mechanics have improved material tests performing as the failure predictions stress analysis and all the way of material's damage. Thus, for the computational mechanics, the constitutive model chosen to describe plasticity and damage of a specific material plays the principal role to predict stress and strain till the material total failure, besides describing the damage mechanism.

On the other hand, there is an immense concern about the model accuracy. For accurate predictions, it is required, for example developing these models, constitutive theories which can make a properly interpretation of the influence of stress on yielding and plastic flow. Similarly, the experimental methods, such as the material tests, are largely used to calibrate model parameters. Thus, since the material failure initiation happens usually in thin sections or at surfaces, calibration with specific test conditions has a substantial influence in the accuracy of failure predictions, for example.

II. DUCTILE RUPTURE

Ductile rupture is often considered as a consequence of the accumulation of plastic damage [2]. From the microscopic point of view, ductile rupture of metals is the total processes of nucleation, growth and coalescence of micro-cavities or voids. Thus, the damage sequence can be more explained as: (a) nucleation is mainly due to deformation incompatibilities between metallic matrix and non-metallic inclusions (such as carbides or sulfides) giving rise to formation of voids; (b) void growth corresponds to the cavities growth under loadings of the porous media; and (c) coalescence is the final stage where joining or shearing is occurring between existing voids and gives the final rupture or crack advance. A schematic illustration is represented in the figure 1:

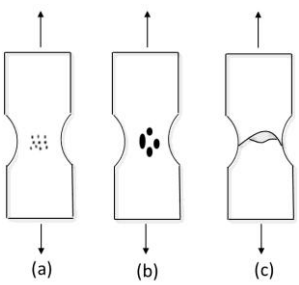


Figure 1 - Rupture mechanisms: a) nucleation; b) growth and c) coalescence.

Ductile rupture criteria can be classified into two branches: coupled rupture criteria and uncoupled rupture criteria. Coupled rupture criteria assume that strength of metals is affected by accumulated damage induced by nucleation, growth and coalescence of voids while damage predicted by uncoupled fracture criteria has no effect on the load capability of metal before final fracture [2]. Also it is based in microscopic mechanisms.

One of the most popular coupled ductile rupture is the Gurson-Tvergaad-Needleman (GTN) model [3] which considers all damage sources of nucleation, growth and coalescence of voids. It will be discussed later in this article. Meanwhile, uncoupled ductile rupture criteria were developed based on microscopic mechanisms, various hypotheses or experimental observations of ductile rupture [4].

The ductile damage criterion must consider all types of the material's damage, this means from the beginning of the damage until its total failure. In others words, to predict the material behavior and flaws, it is necessary to know and understand the evolution of the strain, stress and temperature [5].

The first ductile damage criterion was proposed by Freudhentall [6]. His criterion was grounded in the Total Plastic Work. Since then, many others criterions have been proposed to predict the onset of cracks in specific geometries, since the geometry has a big influence in the test behavior. On the other hand, many difficulties came with the different kind of structures. Thus, the Continuum Damage Mechanics has been an alternative way for ductile damage analysis. This analysis suggests that damage appearance is a result of a progressive material deterioration, which is a consequence of the plastic strain and a triaxial state of stress.

Lemaitre [7] has proposed in the continuum damage mechanic a criterion derived from the effective stress concept and from the continuum thermodynamics. However, this model can't distinguish traction from compression stress state in the damage evolution law.

Ductile fracture with different mechanisms was modeled by dozen of fracture criteria. Next, it will be shown a review about some ductile damage criterion available in the literature.

2.1 Uncoupled rupture criteria

The Freundenthal [6] and Gillemot model is grounded in a critical value of the dissipation plastic energy per volume unity [5]. This criterion says: when the plastic energy dissipated reaches a critical value the crack propagates. And this critical value is a material parameter.

The damage energy dissipated per volume unity, while the strain is occurring, is represented as:

$$W = \int \frac{F}{V} dl = \int \frac{F}{A}\frac{dl}{l} = \int \sigma \, d\varepsilon_p$$

Where: *F* is the force, *dl* is the length range of the specimen necking region and *V* shows the volume which the energy is related to. The section A, as shows the figure 2, is the area and *l* is the necking region length of the tensile test specimen.

ISSN 1809-3957

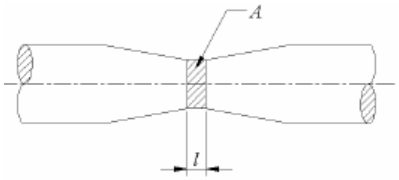


Figure 1. Necking region of a tensile test specimen by Freudenthal [5].

In this model, the area under the true stress-plastic strain curve is considered the dissipated energy per volume unity, as shown in the figure 3.

The index *f* indicates the fracture and *m* indicates where the maximum force is.

This criterion assumes that the crack will initiate only if the specific critical energy reaches a critical value. The critical value is a material parameter.

2.1.1 Recent researches

Researches to describe ductile rupture are still an interest for a great number of scientists and engineers, especially because there are some questions that are not answered yet. For this reason S. Kut [7] has proposed a simple method to determine ductile fracture strain in a tensile test of plane specimen's. This work was done with three materials: aluminium, copper and steel. It was used finite elements method to simulate the test, which helped to indicate the area where the state of stress on the tensioned specimen is the closest to uniaxial tension. The model chosen was elastic-plastic nonlinear strain hardening:

$$\sigma = \begin{cases} E.\varepsilon & (\sigma \leq \sigma_0) \\ K.\varepsilon^n & (\sigma > \sigma_0) \end{cases}$$

Where: K is the strain hardening coefficient, n is the strain hardening exponent. For the start point of necking the following equation was used:

$$\varepsilon^* = \frac{n}{1+\rho}$$

Where ε^* is denoted as the critical strain for the onset of local necking and is the material density. However, once the base line is marked on the specimen surface, this simple model can be used to determine the ductile fracture strain in a conventional tensile test.

2.2 Coupled ductile rupture criteria

In 1977, Gurson [9] developed a yield function for porous ductile materials using void volume fraction as a measure of damage. In Gurson's model the evolution of void volume fraction was based only on void growth. A few years later, the Gurson model was modified by Tvergaard and Needleman [10], taking into account void nucleation and coalescence. The combined Gurson Tvergaard Needleman (GTN) model formed the basis for most ductile fracture (damage) models onwards. In the Gurson-Tvergaad-Needleman (GTN) ductile fracture criterion, the accumulated damage is represented by void volume fraction. The void volume fraction is coupled by the constitutive equation to induce softening effect.

First, Gurson made a model for the flow surface taking into account the damage of material (void volume fraction). The Gurson's model for void-containing ductile solids is based on a rigid-plastic upper-bound solution for spherically symmetric deformations around a single spherical void in a unit cell. The increase in void volume fraction accounts for the growth only. Gurson proposed the yield condition as:

$$\phi = \frac{\sigma_{eq}^2}{\sigma_{fl}^2} + 2f_v \cosh\left(\frac{-3\sigma_H}{2\sigma_{fl}}\right) - (1 + f_v^2) = 0$$

Where σ_{eq}, σ_H and σ_{fl} are the equivalent Von Mises, hydrostatic mean and flow stress respectively and f_v is defined as follows:

$$\dot{f_v} = (1 - f_v)\, tr(\dot{\varepsilon^p})$$

However, one of the main limitations of the Gurson model was not considerate the nucleation and coalescence of voids. So, as mentioned before, Tvergaard and Needleman included the nucleation and coalescence terms in the evolution of the void volume fraction. Three model constants were introduced in the flow surface to improve the model for three dimensional finite element problems.

$$\phi = \frac{\sigma_{eq}^2}{\sigma_{fl}^2} + 2q_1 f_v^* \cosh\left(\frac{-3q_2\sigma_H}{2\sigma_{fl}}\right) - \left(1 + q_3 f_v^{*2}\right) = 0$$

Where q_1 , q_2 and q_3 are the model´s constants. The parameters q_1 , q_2 and q_3 were introduced by Tvergaard in an attempt to make the predictions of Gurson's equations agree with numerical studies of materials containing periodically distributed circular cylindrical voids. The yield surface given by the equation above becomes Von Mises's (which is assumed in Gurson's model to hold for the matrix material) for $\phi = 0$, but whenever the void volume fraction is non-zero, there is an effect of the hydrostatic stress on the plastic flow. And, the f_v^* is a modified void volume fraction given by:

$$f_v^* = f_v \qquad for\ f_v \leq f_{vc}$$

$$f_v^* = f_{vc} + \frac{(1/q_1) - f_{vc}}{f_{vf} - f_{vc}}(f_v - f_{vc}) \qquad for\ f_v > f_{vc}$$

Where f_{vf} if the void volume fraction at final failure and f_{vc} is the critical void volume fraction at which coalescence occurs. More recently, it has been shown that this constant f_{vc} is dependent of stress triaxiality and initial porosity [11]. The part of equation:

$$\frac{(1/q_1) - f_{vc}}{f_{vf} - f_{vc}}$$

It is an acceleration factor to simulate the coalescence. The nucleation term was included in the evolution equation with void fraction:

$$\dot{f_v} = \dot{f_v^{nuc}} + \dot{f_v^{gr}} \ with\ f_v(t_0) = f_{v0}$$

The nucleation rate can be found by two methods 'strain controlled' or 'stress controlled'. The strain controlled nucleation rate is given by:

ISSN 1809-3957

$$f_v^{nuc} = A_{GTN}\,\dot{\varepsilon}_{eq}^{p}$$

The stress controlled nucleation rate is given by:

$$f_v^{nuc} = B_{GTN}\,(\dot{\sigma}_f + \dot{\sigma_m})$$

The A_{GTN} and B_{GTN} are based on the normal distribution of the nucleation stress and nucleation strain respectively, as proposed by Needleman and Chu. One of the biggest issues of the GTN model is that no damage development is predicted in shear because the triaxiality is almost zero. Recently, Tvergaard gave a solution to this problem. The void collapse to microscopic cracks was considered in this work. These microscopic cracks subsequently rotate and elongate in the shear field [12].

Gurson's model defines the macroscopic plastic strain increment as:

$$d\varepsilon^p = d\Lambda\left(\frac{\partial \Phi}{\partial \sigma}\right)$$

The microscopic equivalent plastic strain $\bar{\varepsilon}^p$, is assumed to vary according to the equivalent plastic work expression:

$$(1-f)\sigma_0 d\bar{\varepsilon}^p = \sigma : d\varepsilon^p$$

The changes in the void volume fraction during an increment of deformation is partly due to growth of existing voids and partly to nucleation of new voids by cracking or interfacial decohesion of inclusions or precipitate particles. Accordingly it is written:

$$df = df_{growth} + df_{nucleation}$$

3. Material and Experimental Procedure

Smooth cylindrical specimens of annealed IF steel were machined from square bars and its dimensions are shown in Figure 4. Next, tensile tests were performed in a universal tensile test machine, EMIC testing machine, employing a 2 ton load cell and deformation velocity of 2mm/min. The specimen displacements were monitored by an extensometer and force by the 2 ton load cell. These data were recorded by a desk top computer and force versus displacement was plotted in graphs.

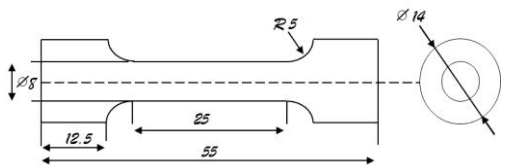


Figure 3 - Tensile test specimen dimensions.

4. ABAQUS numerical simulations

In the FE simulation of IF Steel specimens, employing ABAQUS version 6.10, the mesh near the rupture region was designed to be refined and have coarser gradient size along the specimen and up to the end, as seen in Figure 8. The element type used for the simulation was the 8 node biquadratic axisymmetric quadrilateral element. As it was assumed that the round specimen is axisymmetric; the simulation was performed just for ¼ of the specimen, as shown in the next figures.

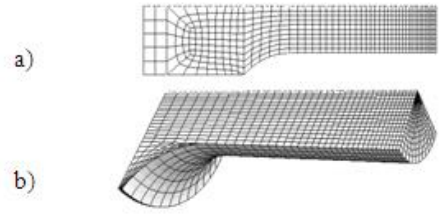


Figure 4. Mesh drawing: a) 2D and b) 3D

The specimen simulated in the ABAQUS® was axisymmetric for both kind of round bar.

The numerical-experimental agreement between load-displacement curves and true curves from smooth specimens is not a trivial outcome; in fact the hardening curve used as input for the ABAQUS® runs is different from the experimental true curve. However, for simulating the

$$\sigma = K(\varepsilon_o + \varepsilon)^n \qquad \text{or} \qquad \sigma = K\varepsilon_o^n\left(1 + \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o}\right)^n$$

From the Hollomon law, defining:

$$\sigma_0 = K\varepsilon_o^n \qquad \text{and} \qquad \beta = \frac{1}{\varepsilon_o}$$

Thus, finally the Swift modified strain hardening equation:

$$\sigma = \sigma_o(1 + \beta\varepsilon)^n$$

Where, ε_0 is the pre-strain or a convenient constant to adjust for the yield stress, ε is the plastic strain, K is the strength coefficient, n is the strain hardening coefficient, σ_0 is the yield stress limit.

After obtaining the true stress-true strain curves for each specimen, it was possible to estimate the parameters of strain hardening and GTN model fitting the measured curves obtained experimentally with the one obtained by numerical simulation as shown in the table 1:

Table 1. Parameters used in ABAQUS simulations for the round bars.

Strain hardening parameters	n	0.269
	β	300
	σ_o (MPa)	130
GTN 2D and 3D parameters	q_1	1.1
	q_2	1.0
	q_3	1.21
	ε_n	0.25
	s_n	0.1
	f_n	0.04

Thus, the theoretical curve fitting was compared with the experimental results. The smooth round bar was simulated with the Swift's modified hardening law and

ISSN 1809-3957

porous material with GTN model which parameters are shown in table 1.

5. Experimental tensile test results

Smooth tensile round specimens made of IF steel were machined along longitudinal direction and tested in uniaxial tensile loading. After that, the specimens were simulated in ABAQUS®. The specimens were first tested in a universal machine to obtain the stress – strain curves and the parameters such as the hardening model.

An EMIC testing machine was used for the tensile tests with a crosshead speed of 2 mm/min. During the test the strain was measured with the strain gage which was positioned on the specimen and had an aperture of 50 mm. The specimens were tested until close to the total rupture, Figure 5. After that, the curves of true stress versus true strain were obtained and are shown in the Figure 6.

Figure 5 - Round tensile test specimens of IF steel at final straining stage.

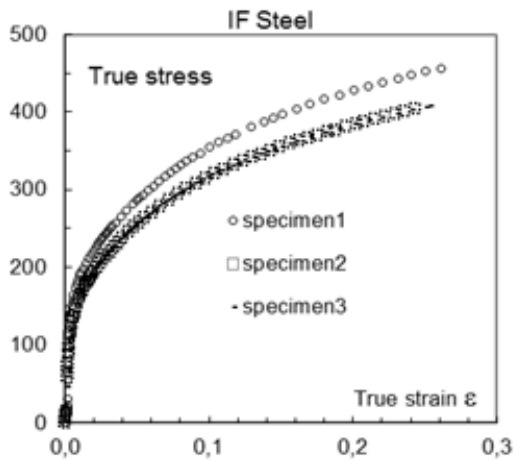


Figure 6 - True stress versus true strain experimental curves of the round simple tensile test specimens.

However, in the notched round bar simulation with the GTN model, not shown here, didn´t fitted well the experimental curve. It started the necking process earlier than it starts in the experiments. The better curve was obtained without GTN model and with the same parameters for the hardening law.

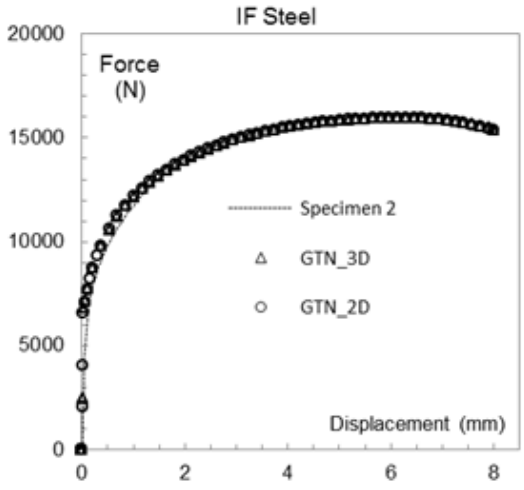


Figure 7 - Experimental and ABAQUS curves: force versus displacement comparison with ABAQUS 2D and 3D simulations.

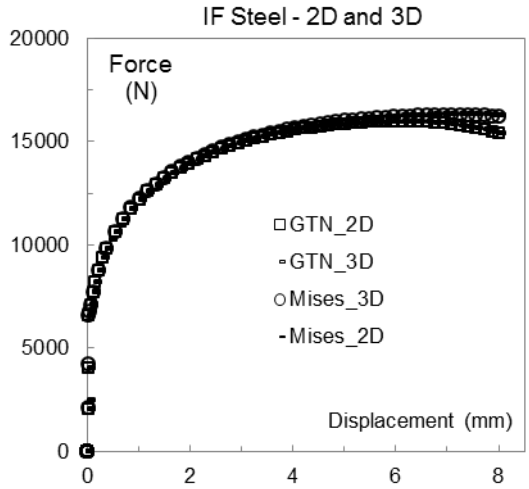


Figure 8 - ABAQUS simulation curves force versus: comparison of von Mises model and GTN model.

As shown in the figure 8 the curves 2D and 3D were compared for both GTN and Mises methods. As can be seen the curve were well fitted, this means that there were not any difference in simulating with the 2D or 3D specimen in the simulation with the software.

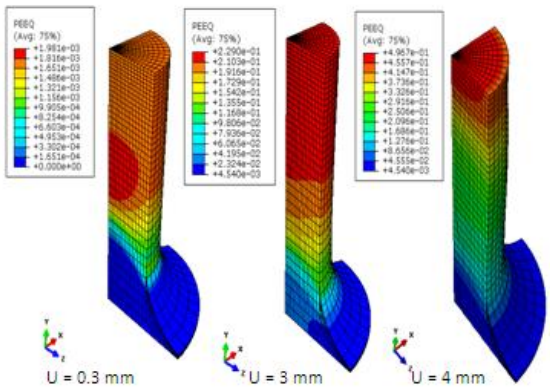


Figure 9. Evolution of equivalent strain distribution from ABAQUS simulation results of IF steel specimen in tensile test.

ISSN 1809-3957

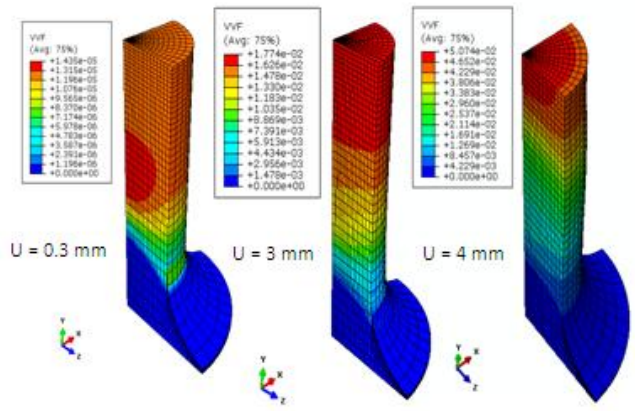


Figure 10. Evolution of Void volume fraction.

After simulating the specimen with the GTN model, the figures 9 and 10 show the results of void volume fraction VVF and equivalent strain PEEQ distributions along the specimen. As expected the higher concentration of both are situated in the central region. The higher concentration of both VVF and PEEQ were at the same location.

This shows as the strain get higher, the region with the maximum damage moves to the center. Experimentally the center point is where the macroscopic rupture starts.

6. CONCLUSIONS

From the present numerical modeling by ABAQUS® of stress strain behavior and ductile characterization of IF steel cylindrical specimen in tensile test and employing the GTN damage model, the following conclusions can be drawn:

In this contribution, the ductile damage models concept were reviewed in order to understand the behavior and in the fracture mechanism. The hardening law used in this paper, the Swift or Holomon modified hardening rule, was able to predict well the IF steel stress-strain curve behavior in both cases, smooth round bar and notched round bar. However, a difference between the smooth round bar and notched round bar was noticed in the ABAQUS® simulation. For the notched bar, the GTN damage model was not well fitted with the experimental curve as was for the smooth bars.

V. REFERENCES

[1] – C.R. Chen, O. Kolednik, J. Heerens, F.D. Fischer, Three-dimensional modeling of ductile crack growth: cohesive zone parameters and crack tip triaxiality, Engineering Fracture Mechanics 72 (2005) 2072-2094, 2005.

[2] – Liang Xue, Tomasz Wierzbicki , Ductile fracture initiation and propagation modeling using damage plasticity theory, Engineering Fracture Mechanics-July (2008)-3276-3293, 2008.

[3] V. Tvergaard and A. Needleman. Analysis of the cup-cone fracture in a round tensile bar. Acta Metallurgica, 32:157-169, 1984.

[4] – Yanshan Lou, Jeong Whan Yoon, Hooh Huh, Modeling of shear ductile fracture considering a changeable cut-off value for stress triaxiality, International Journal of Plasticity - (2013) S0749-6419, 2013.

[5] – Nelson De Santi Junior, Avaliação numerico-experimental da fratura dúctil em processos predominantemente trativos e compressivos – Dissertação Mestrado – Universidade do Estado de Santa Catarina - Programa de pós-graduação em ciência e engenharia de materiais. Joinville. Santa Catarina. Brasil.

[6] – F. A. Freudenthal, The Inelastic Behaviour of solids, Wiley, New York, 1950. [6] – The stress triaxiality constraint and the Q-value as a ductile fracture parameter – B. S. Henry, A. R. Luxmoore, Engineering Fracture Mechanics 57 (1997) 375 - 390.

[7] – S. Kut, A simple method to determine ductile fracture strain in a tensile test of plane specimen's, Metabk 49 295-299, 2010.

[8] – Chang-Sik Oh, Nak-Hyun Kim, Yun-Jae Kim, Jong-Hyun Baek, Young-Pyo Woo-Sik Kim, A finite element ductile failure simulation method using stress-modified fracture strain model, Engineering Fracture Mechanins 78 (2011) 124-137, 2011.

[9] - M. Mashayekhi, S. Ziaei-Rad, J. Parvizian, K. Nikbin and H. Hadavinia. Numerical Analysis of Damage Evolution in Ductile Solids. Tech Science Press (2005) 67-82.

[10] - C.R. Chen, O. Kolednik, J. Heerens, F.D. Fischer, Three-dimensional modeling of ductile crack growth: cohesive zone parameters and crack tip triaxiality, Engineering Fracture Mechanics 72 (2005) 2072-2094, 2005.

[11] – L.Farbaniec, H. Couque, G. Dirras, Influence of triaxial stress state on ductile fracture strength of polycrystalline nickel, Letter in Fracture and Micromechanics 182:267-274, 2013.

[12] – J. Jackiewicz., Use of a modified Gurson model approach for the simulation of ductile fracture by growth and coalescence of microvoids under low, medium and high stress triaxiality loadings. Engineering Fracture Mechanis 78 (2011) 487 – 502.

[13] A. L. Gurson, Continuum theory of ductile rupture by void nucleation and growth: Part i – yield criteria and flow rules for porous ductile media. Journal of Engineering Materials and Technology, Transactions of American Society of Mechanical Engineers: 2-15, 1977.

[14] L.M. Kachanov. Introduction to Continuum Damage Mechanics. Martinus Nijhoff Publishers, 1986.

[15] Damage modeling: Continuum approach.

VI. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to gratefully acknowledge the final support given by CAPES and CNPq scholarships and University of Santa Catarina State for tensile tests equipment.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ESTUDO DA OBTENÇÃO DE BIOPRODUTO VIA CATÁLISE HETEROGÊNEA

FLÁVIO ALBUQUERQUE FERREIRA DA PONTE[1]; ISLÂNIA AGUIAR MACIEL[1]; MÁRIO BASTOS LIMA[2]; JACKSON DE QUEIROZ MALVEIRA[2]; MÔNICA CASTELO GUIMARÃES ALBUQUERQUE[1]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC; 2 – FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA DO CEARÁ - NUTEC
flaviodaponte@hotmail.com

***Resumo** - A crescente preocupação com o impacto ambiental e o aumento dos preços dos combustíveis fósseis tem levado à busca de combustíveis alternativos provenientes de fontes renováveis e de baixo custo. Na indústria de aviação o gasto com querosene, corresponde a 40% dos custos da empresa aérea. Este trabalho apresenta um estudo de três parâmetros reacionais na reação de esterificação utilizando metanol e ácidos graxos leves, obtidos a partir do óleo do coco de babaçu, via catálise heterogênea, para a produção de bioquerosene. O melhor resultado de conversão obtido no estudo reacional usando um planejamento fatorial 2^3 foi a reação com os parâmetros: 20% (%m/m) de catalisador; temperatura de 68 °C e 12 horas de reação. A conversão em biopruduto foi de 92%. Este bioquerosene foi caracterizado e comparado ao querosene fóssil de aviação e com dados da literatura. Observou-se que as características do bioquerosene se assemelham as do combustível fóssil podendo ser utilizados no setor de aviação, em mistura com o querosene fóssil de aviação, sem prejudicar as turbina e os motores.*

***Palavras-chave:** Ácidos graxos leves. Biocombustível de aviação. Bioquerosene. Catálise heterogênea.*

I. INTRODUÇÃO

Devido ao aumento do consumo de combustíveis fósseis e a crescente preocupação com o efeito estufa que vem se agravando no planeta, torna-se cada vez mais necessário o estudo e o desenvolvimento de combustíveis alternativos provenientes de fontes renováveis.

A utilização de biocombustíveis faz com que a emissão de CO_2, principal causador do efeito estufa, seja reduzida em comparação com a queima de combustíveis fósseis (MAGALHÃES *et al.*, 2014). Isso ocorre porque a queima da biomassa utilizada para a produção de biocombustíveis devolve para a atmosfera o CO_2 que ela consumiu durante a fotossíntese (VELÁZQUEZ *et al.*, 2010; REYNOL, 2007). Os biocombustíveis surgem, portanto, como uma possibilidade para reduzir tal impacto ambiental (ATAG, 2011).

Somente a indústria de aviação é responsável por cerca de 3% das emissões de CO_2 de todo o mundo. Além do apelo ambiental, o econômico também tem sua importância, pois o querosene de aviação representa 40% dos custos das empresas aéreas (ROYAL, 2010).

Há literaturas que relatam a produção do bioquerosene a partir de óleos vegetais ricos em triglicerídeos de seis a dezesseis átomos de carbono na cadeia dos ácidos graxos (LLAMAS *et al*., 2012a). No processo convencional, uma das técnicas para obtenção do bioquerosene é através das reações de transesterificação que utiliza um álcool de cadeia curta na presença de um catalisador homogêneo. Os ésteres obtidos passam pelo processo de destilação a vácuo sob determinada temperatura de modo que a fração do fundo esteja dentro das especificações do biodiesel e a fração do topo, mais leve (entre 6 a 16 átomos de carbono), apresente propriedades semelhantes ao querosene de aviação derivado do petróleo. Esta metodologia pode ser encontrada no trabalho de Llamas *et al*., 2012b, onde foram utilizados óleos de babaçu e camelina para obtenção do bioproduto.

A utilização de ácidos graxos apresenta um grande benefício econômico e ambiental, pois são matérias primas de baixo custo e biodegradáveis, portanto pode ser utilizado para a produção dos bioquerosenes com propriedades similares a do derivado do petróleo, estimulando a economia regional do país em relação as matérias-primas requeridas para o processo de fabricação do biocombustivel (JORNAL DO BRASIL, 2012). Além disso, o bioproduto apresenta um menor impacto ambiental que o produto derivado de petróleo, reduzindo, consideravelmente, a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Um dos problemas do método clássico de produção do biocombustivel é a utilização de catalisadores homogêneos, pois geram muitos resíduos prejudiciais ao meio ambiente. A cada processo, os catalisadores homogêneos são descartados, aumentando assim o custo de produção, bem como também o preço final do produto (PARK *et al.*,2010).

Neste trabalho foi avaliada a eficiência da catálise heterogênea através da reação de esterificação, utilizando como ferramenta o planejamento fatorial 2^3para a produção de biocombustível que possua características similares ao querosene de aviação.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Material

Para a realização deste trabalho foi utilizado óleo vegetal do coco de babaçu adquirido da empresa TOBASA. O combustível utilizado como parâmetro de comparação foi

ISSN 1809-3957

o querosene fóssil de aviação fornecido pelo Aeroporto Internacional de Fortaleza – Pinto Martins. O álcool utilizado nas reações foi o metanol da marca Dinâmica de grau P.A e o catalisador heterogêneo utilizado foi a Amberlyst® BD20.

Caracterização do catalisador

A curva de TGA (Análise termogravimétrica) da Amberlyst® BD20 (catalisador heterogêneo) foi obtida com o auxílio do equipamento DTG-TG 60H da Shimadzu. A análise térmica foi realizada sob fluxo de ar sintético (40 mL $min.^{-1}$) a temperatura de 24 °C até 1000 °C com uma taxa de aquecimento de 10 °C $min.^{-1}$. A massa utilizada no porta amostra de alumínio foi de 11,454 mg.

Obtenção dos ácidos graxos leves

A separação dos ácidos graxos leves do óleo do coco de babaçu foi obtido através de um sistema de destilação simples à vácuo no qual os ácidos graxos leves foram destilados na faixa de temperatura de 180 °C a 220 °C em uma pressão reduzida de 0,13 bar.

Reação de esterificação

Para realização das reações de esterificação foi feito um estudo prévio através do planejamento fatorial 2^3, no qual os ácidos graxos obtidos na destilação do óleo do coco de babaçu reagiram com o metanol (Dinâmica – Brasil) na presença do catalisador heterogêneo (Amberlyst® BD20). O estudo reacional de conversão foi realizado variando o tempo reacional de 6 a 12 horas, a temperatura de 60 °C a 68 °C e a concentração do catalisador de 5 a 20 (%m/m) em relação a massa do material de partida. A agitação magnética (1.100 rpm) e a relação molar (1:6) foram mantidas constantes em todas as reações. Após a reação, o catalisador foi separado por filtração e a fase líquida foi levada a um evaporador rotativo com o intuito de separar o álcool excedente do produto final. Por intermédio da equação 1, realizou-se o cálculo de conversão através da análise do índice de acidez, antes e depois de cada reação.

$$\%C = (I_{ac} - I_p).100/I_{ac} \qquad (1)$$

Onde:
%C - conversão da reação
I_{ac} – Índice de acidez do material de partida
I_p – Índice de acidez do produto

Caracterização físico-química

Os espectros de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio-1 e Carbono-13 (RMN ^1H e ^{13}C) do material de partida e do bioquerosene foram realizados no Centro Nordestino de Aplicação e Uso da Ressonância Magnética Nuclear (CENAUREMN) e foram obtidos em espectrômetros Bruker, modelos Avance DPX-300 e DRX-500, operando a 300 MHz e 500 MHz, respectivamente. Utilizou-se o software TopSpin versão 1.3 para processamentos dos espectros. O solvente utilizado para diluir as amostras foi o $CDCl_3$.

As propriedades de índice de acidez e índice de refração para a matéria-prima foram determinadas de acordo com a norma da American Oil Chemists Society (AOCS). Tanto para a matéria-prima como para o bioproduto da reação, realizou-se as seguintes caracterizações: determinação da viscosidade cinemática, que foi efetuada em um viscosímetro automático Tamson TV 2000/AKV com precisão de 0,001 $mm^2.\ s^{-1}$ de acordo com a norma ABNT NBR 10441. Umidade, determinada segundo norma ASTM D-6304, utilizando-se titulador coulométrico de Karl Ficher modelo 831 KF. Densidade a 15 e a 20 °C, que foi determinada de acordo com a norma ABNT NBR 14065, em um densímetro digital Anton Paar DMA 4500.

Já a determinação do ponto de fulgor e o poder calorífico foram efetuados somente para o biocombustível, seguindo procedimento das normas ABNT NBR 14598 e ASTM D4529-01, respectivamente.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades Físico-química da matéria-prima

Os ácidos graxos são matérias primas de baixo custo e biodegradáveis, portanto excelente para a produção dos bioquerosenes. Além disso, o bioproduto proveniente desta matéria-prima pode apresentar propriedades semelhantes a dos derivados de petróleo (BAROUTIAN *et al.*, 2013).

Os resultados das análises de caracterização do óleo do coco de babaçu e dos ácidos graxos leves obtidos na destilação a vácuo deste óleo, estão mostrados na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da matéria-prima utilizada

Análise	Matéria-prima	
	Óleo do coco de babaçu	Ácidos graxos leves do coco de babaçu
Índice de acidez	22,29 mg KOH g^{-1}	309,68 mg KOH g^{-1}
Índice de refração	1,4490	1,4280
Densidade a 15 °C	926,0 kg m^{-3}	912,1 kg m^{-3}
Densidade a 20 °C	919,8 kg.m^{-3}	898,3 kg.m^{-3}
Umidade	1124 mg kg^{-1}	1200 mg kg^{-1}
Viscosidade a 40 °C	27,67 mm s^{-1}	7,33 mm s^{-1}

A tabela 1 mostra que o índice de acidez do óleo do coco de babaçu apresentou um valor elevado, em relação a resolução n° 270 da ANVISA (0,6 mg KOH/g), indicando que há muito ácido graxo livre no óleo, tornando-se impróprio para o consumo humano. Por outro lado, os ácidos graxos mais leves presentes neste óleo podem ser separados através da destilação a vácuo e estes podem ser utilizados na reação de esterificação para a formação do biocombustível.

O índice de refração observado à temperatura de 20 °C para o óleo do coco de babaçu, apresentou valor superior (1,4490) ao dos ácidos graxos leves obtidos na destilação (1,4280). Isso ocorreu porque o óleo é constituído de triglicerídeos, logo desvia com maior ou menor intensidade os raios luminosos que os atravessam.

Os altos valores das propriedades de viscosidade cinemática a 40 °C e densidade 15 °C e a 20 °C do óleo vegetal, em relação aos valores das propriedades dos ácidos graxos leves obtidos do mesmo óleo, está diretamente ligada ao tamanho da estrutura molecular dos triglicerídeos em relação aos ácidos graxos, confirmando assim a eficiência

ISSN 1809-3957

do processo de destilação utilizado para separar os ácidos graxos leves.

Análise Térmica

A análise termogravimétrica (TGA) é uma análise de grande importância para a catálise, pois avalia a perda de massa do catalisador em relação a variação da temperatura.

Na figura 1 está apresentada a curva termogravimétrica (TGA) do catalisador Amberlyst® BD20, utilizado nas reações de esterificação para a produção do bioquerosene.

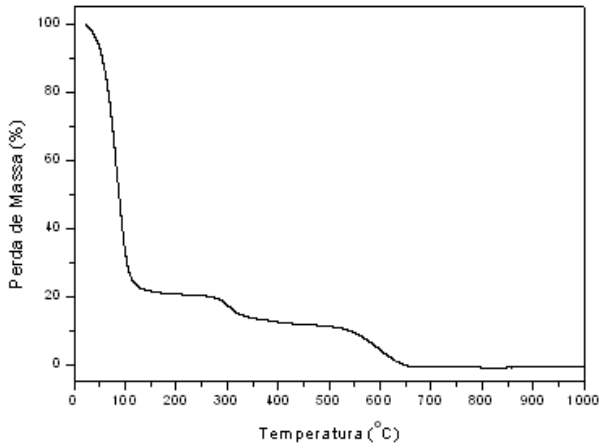


Figura 1 –A curva TGAda Amberlyst® BD20 (catalisador)

A curva termogravimétrica da figura 1 mostra que há alguns eventos significativos para o estudo com a resina de troca iônica, Amberlyst® BD20 (catalisador). O primeiro pico que representa o maior dos eventos começa, aproximadamente, em 70 °C e vai até 105 °C, indicando presença de água na amostra, logo a informação que se tem é que o catalisador heterogêneo é higroscópico. O segundo pico que começa em 280 °C e termina em 320 °C, possivelmente, corresponde a degradação do catalisador nesta temperatura; então, de acordo com a curva, a temperatura máxima de trabalho deve ser de 250 °C. A produção do biocombustível foi realizada em uma faixa de temperatura de 60 a 68 °C, bem abaixo da temperatura de degradação do catalisador.

Planejamento Fatorial 2^3 das reações de esterificação

O planejamento fatorial foi utilizado para estudar os efeitos dos seguintes parâmetros no rendimento da reação de esterificação: concentração do catalisador, temperatura e tempo reacional, os dados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Dados do planejamento fatorial 2^3 no qual estudou a variação da concentração do catalisador, a temperatura e o tempo reacional na reação

Reação	Catalisador (%)	Temperatura (°C)	Tempo (horas)	Conversão (%)
1	5,0	60	6	57,5
2	5,0	60	12	70,4
3	5,0	68	6	70,9
4	5,0	68	12	68,0
5	12,5	64	9	78,9
6	20,0	60	6	80,2
7	20,0	60	12	89,9
8	20,0	68	6	87,0
9	20,0	68	12	92,0

Nas reações 1 e 2 em que a concentração foi de 5% e a temperatura de 60 °C foi observado que o tempo reacional teve grande influência na conversão. Já nas reações 3 e 4 em que a temperatura passou a ser de 68 °C, o tempo reacional não influenciou. As mesmas observações podem ser feitas para as reações 6 e 7 em relação as reações 1 e 2 e as reações 8 e 9 em relação as reações 3 e 4 em que a concentração passou a ser de 20%.

Ao comparar as reações 1 e 3, levando em consideração o aumento da temperatura, tem-se a confirmação de que esse parâmetro interferiu significativamente na taxa de conversão da reação de esterificação, pois observou-se um crescimento de 13,4 pontos percentuais na conversão entre os dois sistemas reacionais.

A melhor conversão (92%) foi observada na reação 9 da tabela 2 na qual os parâmetros foram: 20% (%m/m) de catalisador; 68 °C de temperatura e 12 horas de reação. Esta amostra foi utilizada para realização da caracterização físico-química do bioquerosene e comparada com dados da literatura e com o querosene fóssil de aviação.

Análise dos espectros de RMN de Hidrogênio-1

Analisando-se os espectros de RMN-^{1}H da matéria-prima utilizada (figura 2) e do bioproduto sintetizado (figura 3), observa-se o aparecimento de um singleto na região de 3,6 ppm na figura 3, mostrando que ocorreu a formação de ésteres.

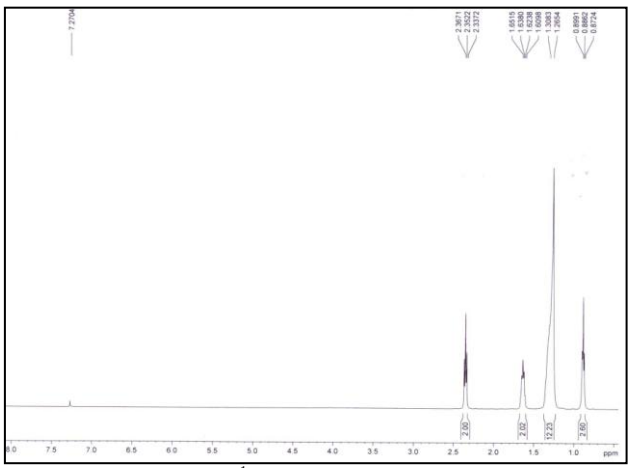


Figura 2–Espectro de RMN ^{1}H dos ácidos graxos leves do óleo de coco de babaçu obtidos na destilação a vácuo.

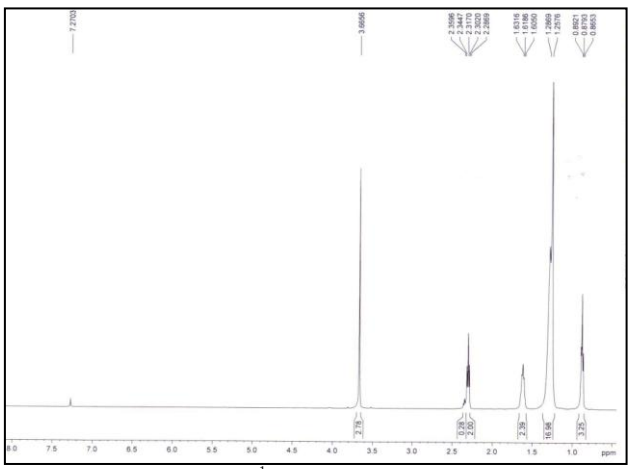


Figura 3–Espectro de RMN ^{1}H do bioquerosene produzido dos ácidos graxos leves do óleo de coco de babaçu obtidos na destilação a vácuo.

ISSN 1809-3957

Análise dos espectros de RMN de Carbono-13

As análises de RMN-^{13}C do bioquerosene e da matéria-prima, encontram-se nas figuras 4 e 5, respectivamente.

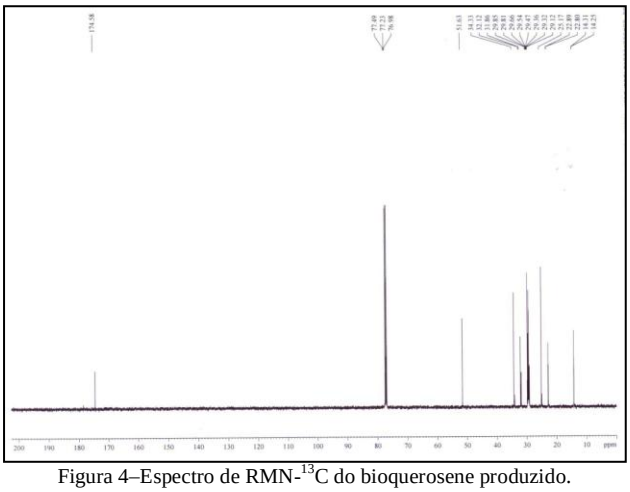


Figura 4–Espectro de RMN-^{13}C do bioquerosene produzido.

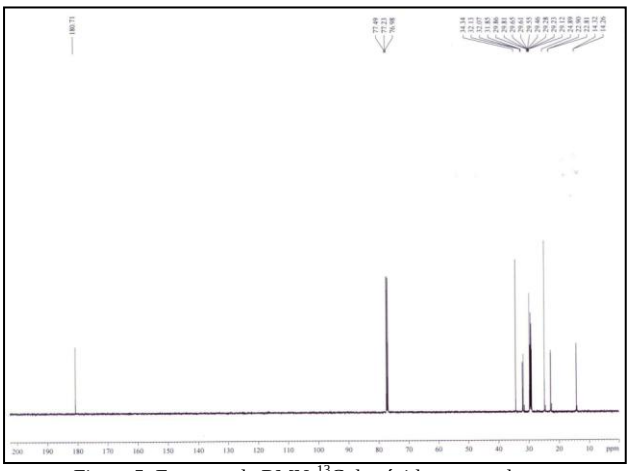


Figura 5–Espectro de RMN-^{13}C dos ácidos graxos leves.

Comparando-se o espectro de RMN-^{13}C da figura 4 (bioquerosene sintetizado) com o espectro de RMN-^{13}C da figura 5 (ácidos graxos leves do óleo do coco de babaçu), observa-se o aparecimento de dois picos característicos de formação de bioquerosene na figura 4. O pico na região de 51,6 ppm corresponde a metoxila dos ésteres formados e o deslocamento do pico 180,7 ppm da figura 5 para a região de 174,6 ppm (figura 4) corresponde a carbonila para ésteres.

Propriedades físico-químicas dos combustíveis

A tabela 3 mostra dados físico-químicos do bioquerosene sintetizado (92% de conversão), a partir dos ácidos graxos leves obtidos na destilação a vácuo do óleo do coco de babaçu em comparação com dados físico-químicos da literatura e do querosene fóssil de aviação fornecido pelo Aeroporto Internacional de Fortaleza – Pinto Martins.

Para o estudo realizado, as características físico-químicas se aproximaram aos dados da literatura para o bioquerosene via catálise homogênea.

Analisando as propriedades: viscosidade cinemática a 40 °C, densidade a 15 °C e o poder calorífico, que se encontram na tabela 3, pode-se observar que o bioquerosene sintetizado via catálise heterogênea com 92% de conversão apresentou valores similares (2,02 $mm^2\ s^{-1}$; 875,0 $kg\ m^{-3}$; 37,1 $MJ\ kg^{-1}$) a encontrado na literatura para a catálise homogênea (2,13 $mm^2\ s^{-1}$; 874,5 $kg\ m^{-3}$; 37,4 $MJ\ kg^{-1}$). Indicando que a utilização da catálise heterogênea para a produção do bioquerosene, pode ser um substituinte da obtidos clássica da produção do bioquerosene.

O ponto de fulgor é uma propriedade que indica a temperatura mínima na qual um combustível pode inflamar. Logo, quanto maior for o valor do ponto de fulgor, menor será o risco na armazenagem e utilização do combustível. O valor desta propriedade para o bioquerosene via catálise heterogênea foi de 87,1 °C, sedo maior do que se encontra na literatura (50,0 °C) e do querosene fóssil (51,2 °C).

Tabela 3 – Propriedades do biocombustível sintetizados comparados com dados da literatura e do querosene fóssil de aviação

Propriedades	**Bioquerosene dos ácidos graxos leves do óleo do coco de babaçu**	**Bioquerosene do óleo de coco de babaçu (Llama*et al*., 2012b)**	**Querosene fóssil de aviação**
Cor e Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido
Acidez (mg KOH g^{-1})	24,69	0,03	0,41
Refração	1,4180	-	1,4370
Viscosidade a 40°C ($mm^2\ s^{-1}$)	2,02	2,13	1,25
Densidade a 15 °C ($kg\ m^{-3}$)	875,0	874,5	805,5
Densidade a 20°C ($kg\ m^{-3}$)	871,8	-	801,7
Umidade ($mg\ kg^{-1}$)	231,7	343,5	22,0
Ponto de fulgor (°C)	87,1	50,0	51,2
Poder calorífico ($MJkg^{-1}$)	37,1	37,4	46,5

- Significa que não há dados para análise.

IV. CONCLUSÃO

O catalisador heterogêneo (Amberlyst® BD20) utilizado foi satisfatório para a produção do bioquerosene, pois as características físico-químicas do bioquerosene de melhor conversão obtido nos estudos (92%) foram semelhantes a dados encontrados na literatura para bioquerosene via catalise homogênea.

Os dados preliminares obtidos até o momento mostram que rota de obtenção do bioproduto estudado é promissora, precisando ainda de alguns ajustes e otimização de parâmetros para que o biocombustível possa ser aplicado comercialmente.

ISSN 1809-3957

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA); Resolução RDC n° 270, de 22/09/2005 está disponível em <portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/ home>. Acesso em: 22/10/2014.

AIR TRANSPORT ACTION GROUP (ATAG). Beginner'sguidetoaviationbiofuels. edição 2, setembro, 2011. Disponível em: <http://www.atag.org/our-publications/latest .html>. Acesso em: 17/08/2014.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS): **Method Ca 5a – 40 (Free fatty acids) -** Fats, Oils and Lipid Related Analytical Methods. 6 ed. (edited. By D. Firestone). AOCS Press, 2009.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS): **Method Cc 7 – 25 (Refractive Index)** - Fats, Oils and Lipid Related Analytical Methods. 6 ed. (edited. By D. Firestone). AOCS Press, 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) **Method D4809-95**: Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter. 2005.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM).**Method D1655-13a**: Standard Specification for Aviation Turbine Fuels. 2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM).**Method D6304:** Standard Test Method for, Determination of water in petroleum products, lubricating oils, and additives by coulometric Karl Fischer titration. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). **NBR-10441:** Produtos de petróleo – Líquidos transparentes e opacos – Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica. 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14065:** Destilado de petróleo e óleos viscosos – Determinação da massa específica e da densidade relativa pelo densímetro digital. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14598:** Produtos de petróleo – Determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso fechado Pensky-Martens. 2007.

BAROUTIAN, Saeid; MOHAMED, K. Aroua; RAMAN, Abdul Aziz Abdul; SHAFIE, Azzahra; ISMAIL, Raja Adeliza; HAMDAN, Hartini. Blended aviation biofuel from esterified Jatropha curcas and waste vegetable oils. ***Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers***, 44, 911-916, 2013.

CORREIA, Bárbara Meirelle Oliveira; MATOS, Danielle Barbosa de; CAMPOS, Ediraldo Barros; SILVA, Gabriel Francisco da. Armazenamento de biodiesel puro e em misturas com diesel. ***In: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia química em IC***, Uberlândia-MG, 27 a 30 de julho de 2009.

HILEMAN, J. I.; STRATTON R. W. Alternative jet fuel feasibility. ***Transportpolicy***, 34, 52-62, 2014.

JORNAL DO BRASIL. **Brasil pode ser protagonista em biocombustíveis para aviação**. Setembro, 2012. Disponível em: <http://www.jb.com.br/ciencia-e-tecnologia/noticias /2012/09/13/brasil-pode-ser-protagonista-em biocombustiveis-para-aviacao>. Acesso em: 29/09/2014.

LLAMAS, Alberto; GARCÍA-MARTÍNEZ, Maria-Jesus; AL-LAL, Ana-Maria; LAPUERTA, Magín; CANOIRA, Laureano. Biokerosene from coconut and palm kernel oils: production and properties of their blends with fossil kerosene. ***fuels***, 102, 483-490. 2012a

LLAMAS, Alberto; AL-LAL, Ana-María; HERNANDEZ, Miguel; LAPUERTA, Magín; CANOIRA, Laureano. Biokerosene from babassu and camelina oils: production and properties of their blends with fossil kerosene. ***Energy & fuels*** , 26, 5968-5976. 2012b

MAGALHÃES, M. P.; SILVA, C. H. F.; PORTO, M. A. D. Uma breve reflexão sobre o futuro da energia. ***Revista SODEBRAS***, v. 9, n. 102, junho, 49-57, 2014.

PARK, Ji-Yeon; KIM, Deong-Keun; LEE, Jin-Suk.Esterification of free fatty acids using water-tolerable Amberlyst as a heterogeneous catalysy. ***Bioresource Technology***, 101, 62-65, 2010.

RAYOL, Caroline Amaral. Biocombustíveis como alternativa viável. ***Revista AgroAnalysis***, v. 30, n. 9, 32-35, set. 2010.

REYNOL, Fábio. Modelo do biodiesel poderia ser aplicado ao querosene vegetal. ***Inovação Uniemp***, v. 3, n. 3, Campinas, mai./jun. 2007.

VELÁZQUEZ, Ramón Stortini González; KUBOTANI, Rafael Toshimi.; VELÁZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González.Novo combustíveis para a aviação um estudo de caso. ***Revista Mackenzie de Engenharia e Computação***, v. 12, n. 1, 77-93, 2010.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

MODELAGEM FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL APLICADA AO PROJETO DE UNIDADES DE FLOCULAÇÃO

DANIELI SOARES DE OLIVEIRA[1,2]; EDMILSON COSTA TEIXEIRA[1]

1 – Instituto Federal de Educação Tecnológica - IFES
Rodovia Governador José Sette, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410
2 – Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Avenida Fernando Ferrari, s/n, Goiabeiras, Vitória - ES, 29060-970

danieli@ifes.edu.br / danielisoares@gmail.com

***Resumo** - Este artigo apresenta uma análise crítica da utilização de Modelagem Fluidodinâmica Computacional no projeto de Unidades de Floculação. São apontadas as principais vantagens verificadas com o uso de tal metodologia, com ênfase no conhecimento de características intrínsecas ao escoamento, que influenciam diretamente no processo de interação entre partículas e, consequentemente, na formação de flocos.*

***Palavras-chave:** Caracterização Hidrodinâmica, Floculação, Modelagem Fluidodinâmica Computacional.*

I. INTRODUÇÃO

O processo de clarificação da água consiste na remoção de partículas suspensas na massa líquida, sendo composto basicamente por três etapas: (1) a coagulação, onde as partículas presentes na massa líquida são desestabilizadas com a utilização de produtos químicos, (2) a floculação, onde são promovidos encontros entre as partículas desestabilizadas com o intuito de obter agrupamentos de partículas-flocos, e (3) a sedimentação/flotação, onde é feita a separação sólido-líquido, sendo removidas as partículas presentes na massa líquida, sendo obtido um efluente com menor concentração de sólidos.

O conhecimento de características hidrodinâmicas das unidades que compõem o sistema de clarificação é de grande importância, visto que as mesmas interferem na eficiência do processo de tratamento; em especial, o comportamento hidrodinâmico verificado nos floculadores deve ser de conhecimento do projetista, visto que as características do escoamento interferem diretamente na interação entre as partículas presentes na massa líquida, e, consequentemente, na formação de flocos.

Em geral, para o projeto de unidades de floculação, são avaliados apenas parâmetros hidráulicos, tais como o gradiente médio de velocidade (comumente utilizado para inferir acerca do grau de mistura em uma unidade de floculação) e o tempo de detenção (Libânio, 2010). A avaliação de características hidrodinâmicas em unidades de floculação não costuma ser avaliado na concepção de tais unidades devido às dificuldades inerentes a sua obtenção, sendo descrita apenas em alguns poucos trabalhos acadêmicos.

Dentre os artigos que retratam a relação entre o comportamento hidrodinâmico verificado no interior das unidades e o processo de floculação destacam-se os trabalhos de Camp (1955), Haarhoff e Walt (2001) e Salgado (2006), que retratam em seus trabalhos características hidrodinâmicas de unidades hidráulicas de floculação do tipo chicanadas.

Mesmo com a utilização maciça dos floculadores chicanados em unidade de tratamento de água de pequeno porte, Camp (1955), Haarhoff e Walt (2001) e Salgado (2006) são unânimes em afirmar que floculadores com chicanas não são os mais indicados para fins de floculação, visto que são verificadas significativas variações nas características hidrodinâmicas ao longo das unidades devido às constantes mudanças de direção do escoamento, o que pode ocasionar quebra dos flocos previamente formados, influenciando negativamente na eficiência do processo.

Com isso, verifica-se a necessidade da análise conjunta da hidrodinâmica, visando o conhecimento de características internas do escoamento no interior das unidades de floculação, e de elementos da hidráulica geral, visando o conhecimento global de características do fluxo.

A obtenção de dados do escoamento de forma experimental possuem restrições que podem inviabilizar sua utilização, tais como os custos operacionais e os problemas de escalas de trabalho. Uma opção alternativa para avaliação do comportamento hidrodinâmico é a utilização de métodos numéricos para obtenção da solução das equações matemáticas que regem o movimento dos fluidos, permitido pelo avanço da capacidade de processamento dos computadores. Esta metodologia é conhecida por CFD (*Computer Fluid Dynamics*) ou Fluidodinâmica Computacional, e permite a obtenção de informações necessárias para o projeto, otimização e reajuste de vários processos de tratamento, dentre eles a floculação (Brideman *et al.*, 2009).

ISSN 1809-3957

Com base nessas informações, foi definido como objetivo deste trabalho realizar uma análise crítica dos resultados obtidos com a caracterização hidrodinâmica de uma unidade de floculação obtida por Modelagem Fluidodinâmica Computacional.

II. PROCEDIMENTOS

Para a obtenção das características hidrodinâmicas do floculador foi utilizado um computador com processador Intel®CoreTM i7-3770 - 3.40 GHz, com 16 GB de memória RAM, HD de 1 TB. Para as simulações foi necessária a utilização de um software CFD que permitisse a simulação de escoamentos tridimensionais em geometrias complexas. Devido à dificuldade inerente ao desenvolvimento de ferramentas desta natureza e a disponibilidade de licenças do pacote ANSYS® no PPGEA/UFES (ao qual esta pesquisa está vinculada), optou-se em utilizar o software CFX® (contido no pacote ANSYS®) por atender a todos os requisitos necessários para a simulação em FTHs e por ter sido utilizado em outros trabalhos dessa mesma linha de pesquisa. A versão utilizada nesta pesquisa é a 13.0.

A modelagem fluidodinâmica computacional dos floculadores estudados neste trabalho foi subdividida em 5 etapas: (1) a construção geométrica das unidades com a utilização da ferramenta gráfica AutoCAD®; (2) a discretização do domínio em estudo, por meio de uma malha tridimensional não estruturada; (3) a atribuição das características do escoamento, das condições de entrada e saída e das condições de contorno; (4) o processamento dos dados e a solução das equações a partir de um critério de convergência; e (5) a visualização e avaliação dos resultados.

O floculador avaliado neste trabalho foi o Floculador Tubular Helicoidal (FTH), visto que este tipo de unidade tem sido avaliado por diversos pesquisadores em âmbito nacional (Carissimi e Rubio 2005, Pelissari 2006, Sartori 2006, Carissimi e Rubio 2007, Silva 2007, Oliveira 2008, Silveira *et al*., 2009) e internacional (Grohmann *et al*., 1981, Gregory 1982, Vigneswaran e Setiadi 1986, Al-Hashimi e Ashjyan 1989, Elmaleh e Jabbouri 1991, Hameed *et al*., 1995, Thiruvenkatachari *et al*., 2002, Tse *et al*., 2011, Vaezi *et al*., 2011) como uma alternativa promissora ao processo de separação sólido-líquido quando acoplado a uma unidade de decantação/flotação. Na Figura 1 é apresentada uma fotografia de um FTH avaliado no trabalho de Silva (2007) e na Figura 2 é apresentada sua representação esquemática no software CFX®.

Figura 1 - Fotografia de um Floculador Tubular Helicoidal.

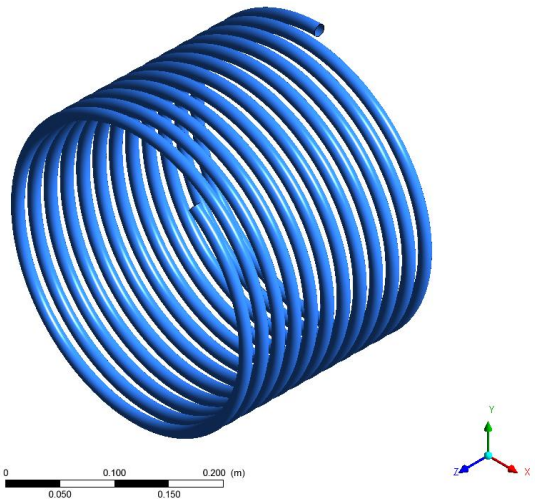


Figura 2 - Representação esquemática do Floculador Tubular Helicoidal no software CFX® - Seção CFD Post®.

As características geométricas e hidráulicas do FTH estudado são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características hidráulicas e geométricas do FTH estudado.

Característica	Valor
Diâmetro do tubo	3/8"
Diâmetro de enrolamento	30 cm
Volume do reator	1.500 cm³
Vazão de alimentação	0,5L/min

Além dos itens descritos na Tabela 1, foi considerada característica isotérmica e fluido newtoniano. Quanto aos contornos sólidos, os mesmos foram considerados lisos e impermeáveis. Por fim, não foi utilizado modelo de turbulência nas simulações computacionais, devido ao baixo valor de Número de Reynolds verificado na unidade quando comparado ao Número de Reynolds Crítico esperado para a mesma (750 e 6.000, respectivamente).

III. RESULTADOS

A Modelagem Fluidodinâmica Computacional da unidade descrita na Tabela 1 permitiu a obtenção de características hidrodinâmicas de seções do reator e das linhas de fluxo que compõem o escoamento.

Como exemplo, são apresentados na Figura 3 perfis de velocidade axial e de escoamento secundário do FTH avaliado neste trabalho. Tais perfis foram obtidos após o comprimento hidrodinâmico de entrada, já que este tipo de unidade é axialmente invariante (como descrito no trabalho de Jinsuo e Benzhao, 1999 e Liu e Maslyah, 1993).

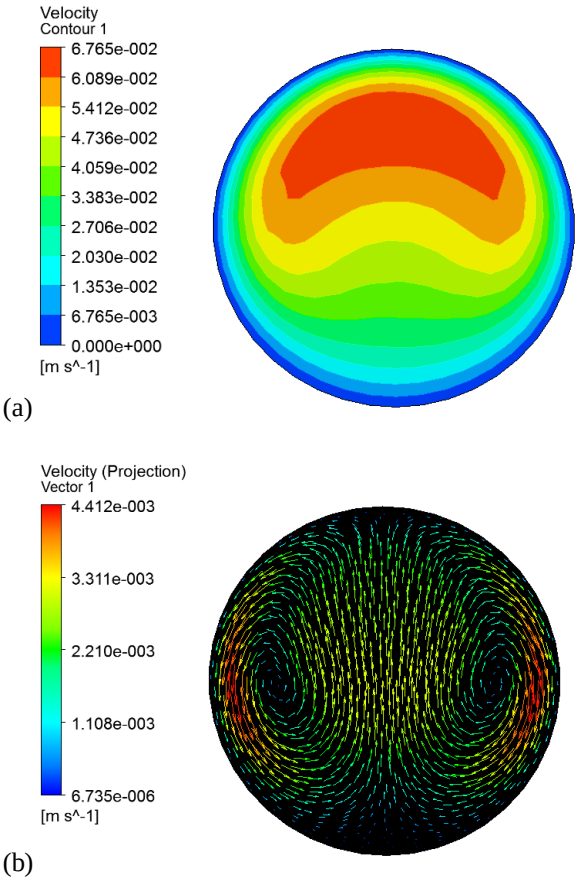


Figura 3 - Perfis de (a) Velocidade axial e (b) Escoamento secundário do FTH avaliado neste trabalho.

Com base nos perfis de velocidade axial e escoamento secundário apresentados na Figura 3 é possível verificar que as características hidrodinâmicas variam consideravelmente em uma seção do reator: os valores máximos de velocidade axial são deslocados para a porção externa do enrolamento da unidade, enquanto que a formação dos dois grande vórtices no escoamento secundário promove uma maior mistura na seção transversal da unidade.

A avaliação da magnitude do escoamento secundário é relevante em floculadores, visto que a presença de um escoamento secundário expressivo na massa líquida é um fator que interfere significativamente no processo de floculação, promovendo acréscimos no grau de mistura na seção transversal da unidade, influenciando na interação entre partículas e, consequentemente, na formação de aglomerados. Com isso, o conhecimento de características do escoamento secundário, dentre as quais se destacam sua magnitude e a quantidade de vórtices formados, são de grande importância para a avaliação do processo de floculação.

As características do escoamento secundário são dependentes das características hidráulicas e geométricas verificadas nos FTHs. Em especial, a relação entre o diâmetro do reator e o diâmetro de enrolamento interfere significativamente na formação do escoamento secundário, como mostrado na Figura 4, onde foi simulado um reator com características semelhantes as do FTH descrito na Tabela 1, sendo a única diferença o diâmetro de enrolamento, que foi considerado igual a 5cm. Destaca-se que a escala de cores considerada foi igual para os dois perfis, variando entre 0 e 9e-3 m/s.

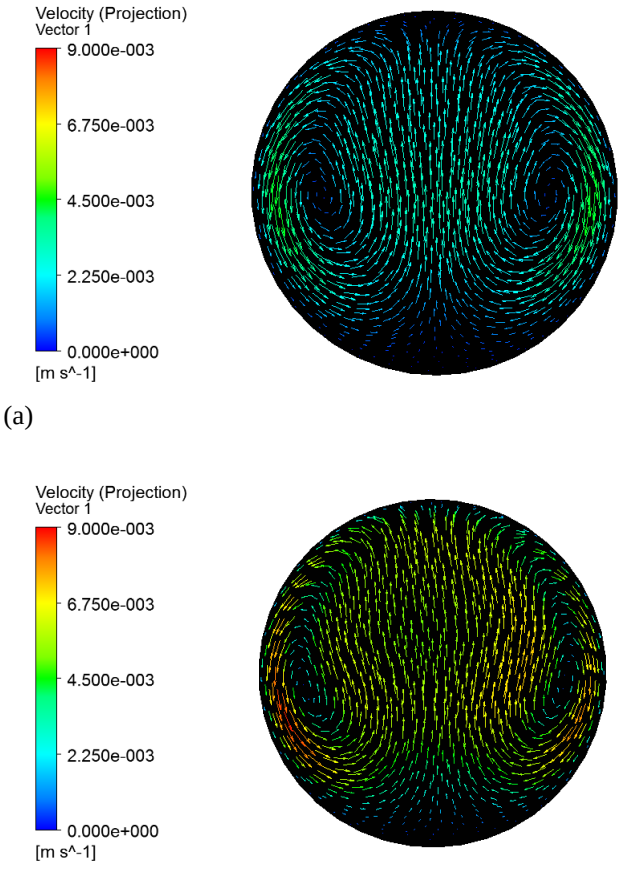


Figura 4 - Comparação entre Perfis de Escoamento Secundário considerando o FTH deste Trabalho (a) versus o FTH Modificado (b) - com Diâmetro de Enrolamento igual a 5cm.

Por meio da Figura 4 é possível verificar uma significativa mudança na característica do escoamento secundário devido apenas à mudança de um parâmetro geométrico - neste caso, o diâmetro de enrolamento. Esse resultado confirma a importância da avaliação hidrodinâmica de unidades de floculação, já que pequenas mudanças nas características hidráulicas e geométricas podem influenciar significativamente nas características hidrodinâmicas da unidade e, consequentemente, na eficiência do processo de tratamento.

Com isso, a avaliação hidrodinâmica de unidades destinadas a floculação devem ser realizadas visando a

ISSN 1809-3957

maximização da eficiência do processo e o auxilio ao projeto racional de floculadores.

IV. CONCLUSÃO

A Modelagem Fluidodinâmica Computacional é uma ferramenta de grande importância para o projeto racional de unidades de floculação, principalmente pela avaliação das características hidrodinâmicas que influenciam as interações entre as partículas presentes na massa líquida e, consequentemente, na formação de aglomerados, de forma a permitir a separação sólido líquido de forma satisfatória.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HASHIMI, M. A. I.; ASHJYAN, A. S. K. Effectiveness of helical pipes in the flocculation process of water. Filtration and separation, v. 26. n. 6. p. 422-429, 1989.

CAMP, T. R.. "Flocculation e flocculation basins." ASCE Transactions **120**: 1-16, 1955.

CARISSIMI, E RUBIO, J. The flocs generator reactor – FGR: a new basis for flocculation and solid–liquid separation. International Journal of Mineral Processing; v. 75; p. 237 – 247; 2005.

CARISSIMI, E.; MILLER, J.; RUBIO,J.; Characterization of the high kinetic energy dissipation of the Flocs Generator Reactor (FGR). Int. Journal of Mineral Processing; v. 85; p. 41–49; 2007.

ELMALEH, S.; JABBOURI, A. Flocculation energy requirement. Water Research, v. 25, n. 8, p. 939-943, 1991.

GREGORY, J.; Particle interactions in flowing suspensions. Advances in Colloid and Interface Science, v.17, p.149 – 160, 1982.

GROHMANN, A.; REITER, M.; WIESMANN, U. New flocculation units with high efficiency. Water Science and Technology, v.13, p. 567 – 573, 1981.

HAARHOFF, J. and J. J. v. d. Walt. "Towards optimal design parameters for around-the-end hydraulic Flocculators." Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA: 10, 2001.

HAMEED, M.; MUHAMMED, T.; SAPRE, A.; Improved technique for river water flocculation. Filtration e Separation, Baghdad, Iraq, p.63-68, January, 1995.

JINSUO, Z. and Z. Benzhao. "Fluid flow in a helical pipe." Chinese Journal of Mechanics Press 15(4): 299-312, 1999.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. Editora Átomo. 3º Edição, 2010.

LIU, S. and J. H. Masliyah. "Axially invariant laminar flow in helical pipes with finte pitch." Journal Fluid Mechanics 251: 315 – 353, 1993.

OLIVEIRA, D. S. Avaliação da Eficiência de Remoção de Turbidez em função de Variações no Comprimento de Floculadores Tubulares Helicoidais. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

PELISSARI, L. M. T. Influência de parâmetros de projeto no desempenho do floculador tubular helicoidal aplicado ao tratamento de água de abastecimento. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

SALGADO, A.; Modelagem numérica de unidades de floculação: verificação de metodologia de calibração e influência do modelo de turbulência na caracterização hidrodinâmica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

SARTORI, M. Caracterização Hidrodinâmica de Floculadores Tubulares Helicoidais por Meio de Simulação Numérica Tridimensional. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

SILVA, R. C. Avaliação da Influência da geometria e Dinâmica do escoamento de Floculadores Tubulares Helicoidais na Redução de Turbidez, utilizando Modelagem Física. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

SILVEIRA, A.; SILVA, R.; RUBIO, J.; Treatment of acid mine Drainage (AMD) in South Brazil: comparative active processes and water reuse. International Journal of Mineral Processing; v. 93; p. 103 – 109; 2009.

THIRUVENKATACHARI, R.; NGO, H.H.; HAGARE, P.; VIGNESWARAN, S.; BEN AIM, R,; Flocculation –cross-flow microfiltration hybrid system for natural organic matter (NOM) removal using hematite as a flocculent. Desalination, v.147, p. 83 – 88; 2002.

VIGNESWARAN, S.; SETIADI, T. Flocculation study on spiral flocculator. Water, Air and Soil Pollution. v. 29, n. 2, p. 165-188, 1986.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

REMOÇÃO DE TURBIDEZ EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO UTILIZANDO FLOCULADORES TUBULARES HELICOIDAIS

DANIELI SOARES DE OLIVEIRA [1,2] EDMILSON COSTA TEIXEIRA [1]
1 – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Avenida Fernando Ferrari, s/n - Goiabeiras, Vitória - ES, 29075-910
2 – Instituto Federal de Educação Tecnológica – IFES
Rodovia Governador José Sette, s/n - Itacibá, Cariacica - ES, 29150-410

danieli@ifes.edu.br / danielisoares@gmail.com

***Resumo** – Em sistemas hidráulicos de tratamento de água é comum o emprego de unidades de floculação compostas por chicanas, nas quais a corrente líquida muda de direção a cada mudança de compartimento, o que provoca aumentos locais no gradiente de velocidade e pode acarretar na quebra dos flocos previamente formados, reduzindo a eficiência do processo de tratamento. Com isso, uma unidade de floculação com suaves e constantes mudanças de direção da massa líquida se torna interessante para o processo de floculação. Assim, este artigo apresenta os resultados de remoção de turbidez obtidos por meio de um sistema de clarificação composto por um Floculador Tubular Helicoidal (FTH) acoplado a uma unidade de decantação, sendo verificados resultados satisfatórios de remoção de turbidez com este tipo de unidade.*

***Palavras-chave:** Floculação, Floculadores Tubulares Helicoidais, Remoção de Turbidez.*

I. INTRODUÇÃO

Técnicas de tratamento de água e efluentes têm sido muito estudadas nas últimas décadas, contribuindo significativamente para execução de projetos mais racionais e para a melhoria das unidades já existentes, aumentando a eficiência do processo de tratamento.

Dentre os diversos tipos de floculadores hidráulicos existentes, os constituídos de compartimentos (chicanas) são os mais comumente encontrados no tratamento de águas e efluentes (Sincero *et al*., 2003; Ratnayaka *et al*., 2009). Neste tipo de configuração, a corrente líquida muda de sentido a cada mudança de compartimento, o que provoca aumentos locais no gradiente de velocidade (Haarhoff e Van der Walt, 2001; Salgado, 2004). De maneira geral, são verificados baixos gradientes de velocidade ao longo dos compartimentos e altos valores de gradiente de velocidade nas curvas, o que pode levar a quebra dos flocos anteriormente formados.

Como resultado da realidade acima, tem sido estudado pela comunidade científica um modelo não convencional de unidade de floculação denominado Floculador Tubular Helicoidal (FTH), formado por uma tubulação flexível enrolada de forma helicoidal em torno de um cilindro, de forma que as mudanças de direção do fluido não promovam variações significativas no gradiente de velocidade ao longo do reator, como as verificadas em diversas unidades hidráulicas de floculação.

Neste contexto, vários autores (Grohmann *et al*., 1981; Gregory, 1982; Vigneswaran e Setiadi, 1986; Al-hashimi e Ashjyan, 1989; Elmaleh e Jabbouri, 1991; Hameed *et al*., 1995; Thiruvenkatachari *et al*., 2002; Carissimi *et al*., 2005; Sartori, 2006; Pelissari, 2006, Silva, 2007, Carissimi *et al*., 2007, Oliveira, 2008; Silveira *et al*., 2009) têm apresentado resultados satisfatórios da utilização deste tipo de reator para formação de flocos, sendo que as principais vantagens verificadas nestes trabalhos são: alta eficiência de remoção de turbidez; perfil de fluxo próximo ao pistonado; curto tempo de detenção; e pequeno espaço requerido para sua instalação (quando comparado com os floculadores chicanados).

Com base nesse contexto, é proposta neste trabalho a utilização de um Floculador Tubular Helicoidal acoplado a um sistema de decantação visando a remoção de turbidez em águas sintéticas de diferentes valores de turbidez inicial; de forma a auxiliar no projeto de sistemas reais de floculação com a utilização desta tecnologia.

II. PROCEDIMENTOS

Para a realização dos testes foi montado um circuito hidráulico para a alimentação dos Floculadores Tubulares Helicoidais e posterior descarte do efluente gerado, como ilustrado de maneira simplificada na Figura 1.

Inicialmente, a água era bombeada e misturada à água sintética, onde um misturador funcionava continuamente para garantir que a homogeneidade nas características da mesma. Os valores de turbidez da mistura foram iguais a 50UT em todos os testes. Depois foi adicionado ao fluido o coagulante (para desestabilização das partículas) e o alcalinizante (para correção do pH) por meio de bombas dosadoras, localizadas à montante do floculador, sendo as concentrações de produtos químicos definidas por meio de um diagrama de coagulação. Após a adição dos produtos químicos, o fluido passava pelo floculador e seguia para o

ISSN 1809-3957

tanque de decantação, onde foram feitas as coletas de amostras e o descarte final do fluido.

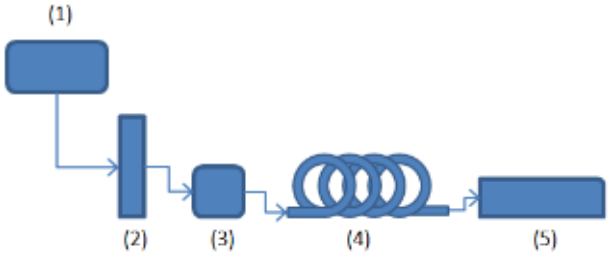


Figura 1 – Esquema representativo do circuito hidráulico utilizado: (1) Tanque de água sintética; (2) Controlador de vazão; (3) Bomba dosadora de produtos químicos (alcalinizante e coagulante); (4) Floculador Tubular Helicoidal; e (5) Decantador.

O Floculador Tubular Helicoidal utilizado nesta pesquisa consistiu em uma mangueira de PVC transparente e flexível, enrolada em um tubo rígido de PVC. Já o decantador era composto de um tanque retangular, com escoamento horizontal, composto por um compartimento de entrada, três compartimentos definidos a partir da introdução de chicanas e um vertedor de saída, onde se efetuava a coleta das amostras para análise da turbidez remanescente. A Figura 2 - a e b apresentam fotografias de um FTH e do Decantador utilizado.

(a)

(b)

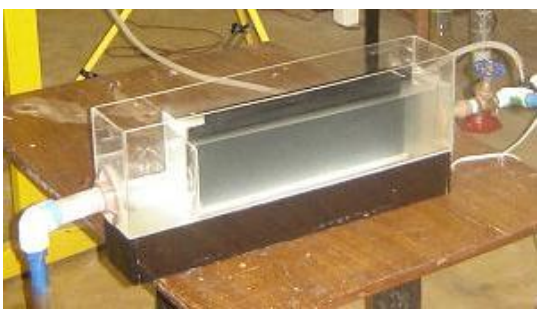


Figura 2 – Exemplo de FTH e Decantador utilizados.

As características hidráulicas e geométricas das configurações testadas são apresentadas na Tabela 1. O diâmetro de enrolamento foi mantido constante (10 cm). O comprimento dos reatores foi definido de forma que em todas as configurações testadas o volume do FTH fosse igual a 1,5L.

Tabela 1 – Características dos FTHs testados.

FTH	Vazão de alimentação (m^3/s)	Diâmetro do tubo (pol)	Comprimento dos reatores (m)
1	2	3/8”	21,07
2	2	1/2"	11,84
3	2	5/8”	7,58

Para avaliação do processo de floculação foi utilizado o parâmetro eficiência de remoção de turbidez, que consiste na verificação indireta da porcentagem das partículas floculadas decantadas, em função do total de partículas sólidas. O cálculo da eficiência de remoção de turbidez é dado pela Equação 2.1.

$$Eficiência\ \% = 1 - \frac{Turbidez\ Remanescente}{Turbidez\ Inicial}\ x100 \qquad (2.1)$$

Os valores de turbidez inicial e turbidez remanescente foram obtidos com o uso de um turbidímetro - Marca Hach, modelo 2100p, com resolução de 0,01UT, por meio de medições nas seções de entrada do floculador e na saída do decantador, respectivamente.

III. RESULTADOS OBTIDOS

Para a avaliação da eficiência de remoção de turbidez dos Floculadores Tubulares Helicoidais foram testadas as três configurações apresentadas na Tabela 1, e os resultados obtidos são apresentados na Figura 3.

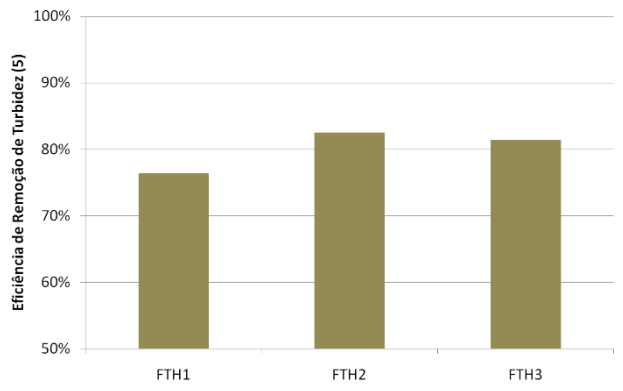


Figura 3 - Eficiência de Remoção de Turbidez das três configurações testadas neste trabalho.

Por meio da Figura 3 é possível verificar que, para as três configurações testadas, as eficiências de remoção de turbidez obtidas foram superiores a 75%, indicando que a utilização deste tipo de unidade para o processo de clarificação de águas de abastecimento pode ser uma unidade de tratamento alternativa às unidades comumente empregadas para esta finalidade.

Os valores de remoção de turbidez obtidos para as três configurações foram 76,4%, 82,5% e 81,4%,

ISSN 1809-3957

respectivamente. As pequenas variações de eficiência verificadas devem-se as pequenas variações no comprimento e nos diâmetros dos reatores, que influenciaram no tempo de processo das unidades.

Os tempos referentes ao processo de floculação verificados para as três configurações foram extremamente baixos, como visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Tempo de floculação nos FTHs testados neste trabalho.

	Tempo de floculação (s)
FTH 1	45
FTH 2	56,2
FTH 3	67,5

Mesmo com os baixos tempos de processo foi possível a obtenção de remoção de turbidez satisfatórias devido ao significativo grau de mistura verificado neste tipo de configuração; a característica curva inerente aos FTHs garante uma agitação na massa líquida que promove o encontro entre as partículas desestabilizadas, influenciando na formação de flocos.

Destaca-se que os tempos de floculação comumente aplicados para o processo de floculação são significativamente superiores, na ordem de 20 a 30 minutos. Mesmo se tratando de um protótipo, com vazão e volume reduzidos, a utilização em paralelo deste tipo de unidade de floculação permite o tratamento de uma maior quantidade de efluente mantendo constante o tempo de floculação, indicando uma significativa vantagem de utilização deste tipo de unidade quando comparada com as comumente utilizadas.

Com isso, a utilização de Floculadores Tubulares Helicoidais acoplados a um sistema de decantação se mostra como uma tecnologia propícia para uso em águas de abastecimento, principalmente pelas eficiências de remoção de turbidez satisfatórias e os baixos tempos de floculação.

IV. CONCLUSÃO

A utilização de Floculadores Tubulares Helicoidais, acoplado a um sistema de decantação, se mostra uma tecnologia promissora para a remoção de turbidez em águas de abastecimento, dadas as eficiências de remoção de turbidez satisfatórias e aos baixos tempos de floculação requeridos.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HASHIMI, M. A. I.; ASHJYAN, A. S. K. Effectiveness of helical pipes in the flocculation process of water. Filtration and separation, v. 26. n. 6. p. 422-429, 1989.

CARISSIMI, E RUBIO, J. The flocs generator reactor – FGR: a new basis for flocculation and solid–liquid separation. International Journal of Mineral Processing; v. 75; p. 237 – 247; 2005

CARISSIMI, E.; MILLER, J.; RUBIO,J.; Characterization of the high kinetic energy dissipation of the Flocs Generator Reactor (FGR). Int. Journal of Mineral Processing; v. 85; p. 41–49; 2007

ELMALEH, S.; JABBOURI, A. Flocculation energy requirement. Water Research, v. 25, n. 8, p. 939-943, 1991;

GREGORY, J.; Particle interactions in flowing suspensions. Advances in Colloid and Interface Science, v.17, p.149 – 160, 1982

GROHMANN, A.; REITER, M.; WIESMANN, U. New flocculation units with high efficiency. Water Science and Technology, v.13, p. 567 – 573, 1981

HAARHOFF, J. HAARHOFF J.; VAN DER WALT, J.J, Towards optimal design parameters for around-the-end hydraulic Flocculators. Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA, 2001.

HAMEED, M.; MUHAMMED, T.; SAPRE, A.; Improved technique for river water flocculation. Filtration e Separation, Baghdad, Iraq, p.63-68, January, 1995;

OLIVEIRA, D. S. Avaliação da Eficiência de Remoção de Turbidez em função de Variações no Comprimento de Floculadores Tubulares Helicoidais. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008;

PELISSARI, L. M. T. Influência de parâmetros de projeto no desempenho do floculador tubular helicoidal aplicado ao tratamento de água de abastecimento. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006;

RATNAYAKA, D.D.; BRANDT, M.J.; JOHNSON, K.M.; Twort's Water Supply, Sixth Edition; Butterworth-Heinemann ; p. 704, 2009

SALGADO, A.; Modelagem numérica de unidades de floculação: verificação de metodologia de calibração e influência do modelo de turbulência na caracterização hidrodinâmica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

SARTORI, M. Caracterização Hidrodinâmica de Floculadores Tubulares Helicoidais por Meio de Simulação Numérica Tridimensional. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

SILVA, R. C. Avaliação da Influência da geometria e Dinâmica do escoamento de Floculadores Tubulares Helicoidais na Redução de Turbidez, utilizando Modelagem Física. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

SILVEIRA, A.; SILVA, R.; RUBIO, J.; Treatment of acid mine Drainage (AMD) in South Brazil: comparative active processes and water reuse. International Journal of Mineral Processing; v. 93; p. 103 – 109; 2009

SINCERO, A.P.; SINCERO, G.A.; Physical-chemical treatment of water and wastewater; IWA, p. 832; 2003

THIRUVENKATACHARI, R.; NGO, H.H.; HAGARE, P.; VIGNESWARAN, S.; BEN AIM, R,; Flocculation –cross-flow microfiltration hybrid system for natural organic matter (NOM) removal using hematite as a flocculent. Desalination, v.147, p. 83 – 88; 2002

VIGNESWARAN, S.; SETIADI, T. Flocculation study on spiral flocculator. Water, Air and Soil Pollution. v. 29, n. 2, p. 165-188, 1986.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

A PROTOTIPAGEM RÁPIDA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO ORIENTADO À TECNOLOGIA ASSISTIVA

CAROLINE MARTINS PEDROSO[1]; RODRIGO ANDREY AGNER SOARES[1]; TIAGO FRANCESCONI[1]; VALTER KLEIN JUNIOR[1]; MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA[1]; OSIRIS CANCIGLIERI JUNIOR[1]
1 – Pontifícia Universidade Católica do Paraná
carol.m.pedroso@gmail.com; soaresraa@gmail.com; tiago.francesconi@pucpr.br; valter.klein@pucpr.br; lucia.miyake@pucpr.br; osiris.canciglieri@pucpr.br

***Resumo** - A crescente demanda do mercado e a busca por competitividade entre as empresas faz com que busquem medidas que cada vez mais as diferencie. O uso da Prototipagem Rápida (PR) através de um sistema CAD surge como uma ferramenta na inovação de produtos, permitindo o desenvolvimento de protótipos durante o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP). Este artigo apresenta uma abordagem de Desenvolvimento de Produto orientado à Tecnologia Assistiva para pessoas com deficiência visual dentro do ambiente da Engenharia Simultânea. O produto de estudo é um dispositivo que auxilia na prática desportiva. Na elaboração do projeto no PDIP utiliza-se o ambiente CAD para realizar a PR, o qual diminui a quantidade de erros com custo baixo e abre a possibilidade de testes antes da manufatura, atendendo as especificidades do usuário com deficiência visual. Por fim, abre uma discussão dos resultados sobre as contribuições do uso da PR no PDIP, tanto em condições financeiras como em uma melhor aceitação do produto no mercado.*

***Palavras-chave:** Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto; Tecnologia Assistiva; Projeto Informacional; Projeto Conceitual; CAD; Prototipagem Rápida.*

I. INTRODUÇÃO

As empresas buscam, a partir de suas necessidades, novas medidas para competir e inovar seus produtos. O Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) tem a finalidade de gerar informações necessárias sobre as especificações da demanda de mercado, desenvolver um produto em tempo hábil e garantir menores custos (ROZENFELD *et al.*, 2006; BACK *et al.*, 2008). Juntamente com as ferramentas do PDIP, o ambiente da Engenharia Simultânea (ES) permite a configuração de equipes de projeto, paralelismo das atividades, integração dos clientes e utilização de ferramentas de apoio (OKUMURA *et al.*, 2011). Desta forma, o PDIP pode se tornar um forte aliado para produtos orientados para a Tecnologia Assistiva (TA), visando à inclusão de pessoas com alguma limitação física, sensorial ou por idade avançada, contemplando uma maior parcela da população e possibilitando uma maior inovação desses produtos que utilizam os mesmos conceitos por décadas (OKUMURA, 2012). Para isso, torna-se de extrema importância o conhecimento do usuário da TA, o acompanhamento das tecnologias existentes através da fase do Projeto Informacional (PI). A fase do PI possibilita identificar a especificidade do usuário com deficiência visual ao desempenhar suas atividades e procurar informações importantes para serem inseridos na etapa do Projeto Conceitual (PC). Além disso, entre as ferramentas utilizadas no PDIP, estão o CAD (*Computer Aided Design*) e a Prototipagem Rápida (PR) que auxiliam na visualização primeiramente virtual e posteriormente real do protótipo do produto.

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com objetivo científico exploratório e a abordagem possui caráter qualitativa por procurar compreender as atividades realizadas pelo usuário de estudo com base em visitas de campo, observações e contato. Desta forma, Gil (2010) ressalta a importância do pesquisador como agente ativo, pois tem a finalidade de determinar um objeto de estudo, selecionar as variantes que podem influenciá-lo, e, portanto, controlar e observar os efeitos gerados sobre o objeto estudado. Pode-se destacar essa metodologia sendo fundamental nas fases iniciais do PDIP, pois é possível conceber as especificações do produto observando diretamente as necessidades e características do objeto de estudo. E por utilizar uma abordagem de pesquisa qualitativa, busca a análise, interpretação e descrição de aspectos mais intensos, sem preocupar-se somente com os resultados. Suas amostras são mais simplificadas, porém faz-se necessário aprofundamento no conjunto de conceitos referentes ao problema da investigação (LAKATOS; MARCONI, 2011).

O artigo apresenta o procedimento técnico da pesquisa que se iniciou com o levantamento bibliográfico explorando os conceitos essenciais para a otimização dos processos de desenvolvimento e de manufatura do produto abordando os conceitos do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP), Engenharia Simultânea (ES), Tecnologia Assistiva (TA), Esporte e Deficiência Visual, Projeto Informacional (PI), Projeto Conceitual (PC) e Prototipagem Rápida e CAD (*Computer Aided Design*). Na sequência, apresenta a coleta de dados referente às práticas esportivas de pessoas com DV por meio de observação nas instituições e redes sociais disponíveis na internet. As informações foram utilizadas para delinear o dispositivo de apoio no PDIP orientado para TA. Ao final, faz uma análise e discute os resultados.

Dessa forma, este artigo tem por objetivo apresentar as

ISSN 1809-3957

informações coletadas no PI e foram transformadas em requisitos para a formulação do conceito de produto orientado à TA destinado às pessoas com deficiência visual auxiliando na prática desportiva.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse estudo foi fundamental o aprofundamento nos seguintes conceitos e métodos para melhor entendimento do tema:

A. Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP)

O PDIP auxilia a integração entre a empresa e o mercado, apresentando como finalidade a identificação das necessidades dos clientes e por fim proporcionando medidas que a solucionem, tornando-se fundamental para gerar competitividade no mercado industrial (ROZENFELD *et al.*, 2006). Em termos de PDIP, considera-se que o processo deve ser efetuado por uma equipe multidisciplinar, pois segundo Back *et al.* (2008), os requisitos, restrições do produto e soluções, devem ser tratados simultaneamente ao decorrer de todas as fases do processo. Para a integração das fases, é necessário a utilização do ambiente da Engenharia Simultânea, o qual visa o paralelismo de informações ao decorrer de todas as atividades de todos os setores, gerando assim, menor índice de erros no protótipo final e consequentemente, menos preocupações em refazer o projeto (CASAROTTO *et al.*, 1999). Back *et al.* (2008) apresentam alguns aspectos sobre a ES, o tratamento simultâneo de restrições, compartilhamento de conhecimentos associados ao desenvolvimento do produto, consideração do ciclo de vida do produto, ênfase as preferências do consumidor, o desenvolvimento de produto considerando qualidade, custo e tempo para o mercado.

Portanto, conforme Okumura e Canciglieri (2013), nas fases dos projetos do PDIP orientado para TA, a pesquisa é direcionada com cuidado no planejamento do produto, tem controle detalhado e utiliza métodos sistemáticos nos processos tendo uma abordagem multidisciplinar, bem como fornece flexibilidade no ambiente integrado para proporcionar melhores alternativas para mudanças no projeto conforme as necessidades do usuário.

B) Projeto informacional e projeto conceitual

A partir das informações adquiridas no planejamento do produto, a fase de PI no PDIP tem a função de gerar um conjunto de especificações do produto, de acordo com as necessidades dos usuários (ROZENFELD *et al.*, 2006). Em função disso, essas atribuições favorecem a melhora na qualidade do produto, melhor integração das etapas do ciclo de vida do produto, diminuição de tempo e custo e consequentemente de erros do produto final (BACK *et al.*, 2008). Além disso, Baxter (2011) complementa que é necessário um bom planejamento e em seguida uma elaboração precisa das especificações dos usuários para que o produto tenha sucesso no mercado. Esse processo é altamente complexo dependendo do tipo de produto, a necessidade do mercado e as expectativas, considerada a fase mais difícil do desenvolvimento do produto. Logo após, o PC é a fase que gera, a partir das necessidades detectadas e esclarecidas, uma concepção para um produto que atenda essas especificações da melhor forma possível, sujeitas às limitações de recursos e às restrições de projeto (GOMES FERREIRA, 1997), ou seja, há busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

C) Tecnologia Assistiva

Segundo o CAT, Comitê de Ajudas Técnicas, a definição de TA é: "uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (BRASIL, 2009; BERSCH, 2008). Além disso, Galvão Filho (2013) orienta que a TA não pode ser confundida com tecnologia médica ou de reabilitação (recursos de trabalhos dos profissionais dessa área), nem com tecnologia educacional ou estratégia pedagógica. TA são recursos e procedimentos pessoais que atendem as necessidades diretas do próprio usuário final, buscando independência e autonomia.

Nestes termos, os recursos da TA auxiliam as pessoas com Deficiência Visual (DV). Entende-se DV como perda total ou parcial da visão, no caso de não enxergar nada ou apenas uma pequena porcentagem, e congênita, deformidade de nascença, ou adquirida (BRASIL, 1999). Esses recursos possibilitam as pessoas com DV a trabalhar, estudar e inclusive a prática desportiva. Entre os esportes, existem modalidades adaptadas ou elaboradas para os cegos. As modalidades praticadas nos jogos paraolímpicos são: *Goalball* (única modalidade desenvolvida estritamente para pessoas com DV), futebol de cinco, judô, atletismo e natação; e duas não paraolímpicas: Futebol B2/B3 e Powerlifiting (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE DESPORTOS DE DEFICIENTES VISUAIS, 2014).

D) CAD e prototipagem rápida

Segundo Francesconi (2008), o ambiente CAD proporciona suporte no projeto, fornecendo facilidades com relação ao dimensionamento e a geometria de modelos virtuais, em que as visualizações e ferramentas do projeto auxiliam diretamente à lugares específicos e estratégicos no protótipo. Oliveira *et al.* (2003) enfatiza que a maior contribuição desse sistema ocorre em virtude do modelamento dos produtos e componentes e detalhamento das suas formas, sendo tanto em duas quanto em três dimensões. Porém, por mais que apresentem características relevantes para a concepção do produto, o sistema CAD não transmite o mesmo detalhamento que um protótipo real, sendo assim, há necessidade da transformação do protótipo virtual para o palpável. Em consequência disso, de acordo com Kai (2003) *apud* Florio *et al.* (2007), a Prototipagem Rápida (RP) assume os seguintes objetivos:

a) Experimentação e aprendizado (solução de problemas);
b) Testar e provar (hipóteses durante a fase de concepção);
c) Comunicar e interagir (compreensão tátil e interação com o projeto);
d) Síntese e integração (reunião dos componentes);

ISSN 1809-3957

e) Programar e produzir (fases e planejamento da execução).

III. DESENVOLVIMENTO

O sucesso da elaboração de um produto é conseguir conciliar as habilidades da empresa em identificar as necessidades dos clientes e as formas como atendê-los. Para isso, o uso do ambiente da Engenharia Simultânea é fundamental, pois através dela é possível abranger todas as etapas do PDIP de maneira a diminuir custos, tempo e possíveis erros da concepção do produto. A Figura 1 apresenta o ambiente da ES englobando o PDIP para demonstrar suas fases trabalhando simultaneamente, através do framework desenvolvido por Okumura (2012).

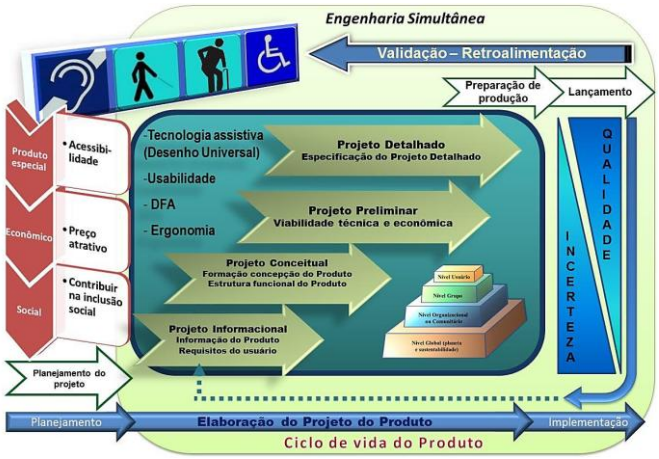


Figura 1 – Framework de PDIP orientado para TA. (OKUMURA,2012).

Hoje o interesse por simular imagens em ambiente virtuais tridimensionais é crescente, porém se faz necessário para o conceito definitivo do produto a apresentação dessas ideias em um protótipo real. Com isso, a Prototipagem Rápida faz com que os envolvidos do processo e os próprios usuários finais possam compreender a funcionalidade e discutir sobre possíveis adequações ao modelo (ONUH; YUSUF, 1999 *apud* COSTA *et al.*, 2013).

Nas etapas iniciais do PDIP, o PI tem a função de identificar e agrupar as especificações do usuário. Para isso, fez-se necessário o acompanhamento de atividades diárias dos envolvidos que irão utilizar o dispositivo. As observações foram feitas além do acompanhamento do Jogo de Goalball e Futebol de 5, foi possível observar a utilização de equipamentos eletrônicos no Centro de Informática para Deficientes Visuais Prof. Hermann Gorgen e aula de artes no Instituto Paranaense de Cegos (IPC).

No Centro de Informática para Deficientes Visuais Prof. Hermann Gorgen, observou-se as adaptações feitas no computador, entre elas, o uso do som oriundo dos aplicativos de leitor de tela e também as marcações em Braille no teclado para facilitar a localização das teclas, conforme Figura 2.

Figura 2 – Computador com adaptações

No IPC foi observada uma aula de artes com a participação do Projeto Amigo Bicho (2013), cujas atividades eram de reconhecer, via tato, as características de várias raças dos cachorros presentes no local. Em seguida, os alunos passariam para o papel, através de desenhos o que haviam adquirido com a sua percepção. Para a confecção dos desenhos, os alunos utilizaram embaixo da folha de papel, uma base de espuma vinílica acetinada (E.V.A) para assim, com o baixo relevo perceber o que haviam desenhado. Alunos que apresentavam baixa visão utilizaram lápis com cores fortes para destacar sobre a folha branca, a Figura 3 mostra os alunos e seus desenhos finalizados.

Figura 3 – Atividade de reconhecimentos dos cães pelos alunos

Ao acompanhar o jogo de Goalball, esporte exclusivo para pessoas com DV, e o jogo de Futebol de Cinco, notou-se que o som é a principal ferramenta para a prática do esporte, por isso, a bola de ambos possui guizos em seu interior para produzir som e ajudar os jogadores sobre o posicionamento da bola na quadra. No Goalball, o tato também é utilizado através das marcações com fio barbante coberto por fita adesiva no chão para indicar as posições de ataque e de defesa (Figura 4) e rugosidade da bola que facilita a aderência às mãos dos atletas e o peso que favorece na hora do lançamento.

Figura 4 – Reconhecimento das linhas pela atleta

ISSN 1809-3957

Já no Futebol de Cinco, além do som produzido pela bola, existe a presença de um chamador posicionado atrás do gol para orientar os atletas sobre a posição da trave, ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Jogo Futebol de 5

As observações realizadas durante as visitas revelaram a forma de utilização dos produtos orientados a Tecnologia Assistiva pelos usuários, proporcionando um entendimento mais abrangente das suas necessidades nas atividades e cotidiano de PcDV, especialmente as percepções de som e tato. Dessa forma, nesta fase foi possível compreender e identificar as necessidades dos usuários de produtos inclusivos com Deficiência Visual (DV) especialmente quanto ao relevo, textura e som.

Logo após, na fase do PC as necessidades do usuário são transformadas em requisitos de Engenharia de Produto. Esta fase tem a finalidade de gerar soluções para satisfazer os requisitos dos usuários, proporcionando suporte para o projeto detalhado do produto a partir das respostas às questões "por que?", "onde?", "quando?" e "como?" alcançar essas necessidades (PUGH, 1991; OTTOSSON, 2004 *apud* PAGAN *et al.*, 2013).

Assim, um produto orientado para TA visando pessoas com DV, deve levar em consideração requisitos de texturas diversas, diferenciação de relevos, presença de som, além de tonalidade de cores intensas para facilitar a identificação do produto e/ou elementos por pessoas com baixa visão.

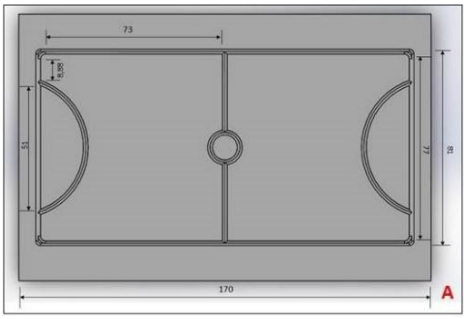
Em virtude disso, estas etapas iniciais do PDIP possibilitam encontrar erros com mais facilidade, com isso diminuindo os riscos da inovação, pois o projeto ainda tem flexibilidade para lidar com possíveis alterações (CHRISTENSEN, 2001).

Nestes termos, o ambiente CAD surge como uma ferramenta para melhor visualização de todos os requisitos juntos em um protótipo virtual. A importância disso está em que a possibilidade de visualização do projeto permite quaisquer alterações e reformulações no produto. Em seguida, segundo Hopkinson *et al.* (2001) *apud* Costa *et. al.* (2013) a Prototipagem Rápida tem importante papel para o PDIP, tanto como uma forma eficaz de comunicação e auxílio para tomadas de decisões, tanto para antecipar testes de soluções admitidas pelo produto. A adoção do Prototipagem Rápida é relevante para diminuição de custos e tempo para lançamento dos produtos.

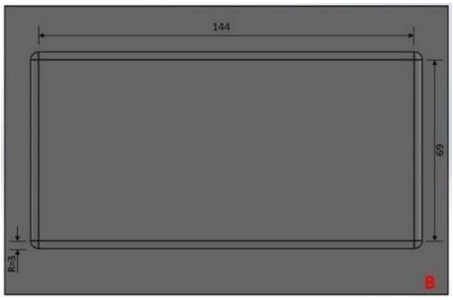
IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

As informações adquiridas nas etapas de PI e PC foram formuladas, alimentando a etapa do Projeto Preliminar para a realização do modelo virtual do dispositivo auxiliador na prática de esporte. Para realizar o primeiro protótipo virtual da peça, utilizou-se o ambiente do SolidWorks versão 2014, resultando em detalhamentos das medidas, o uso do baixo relevo, tamanho proporcional para manuseio, conforme ilustradas a seguir:

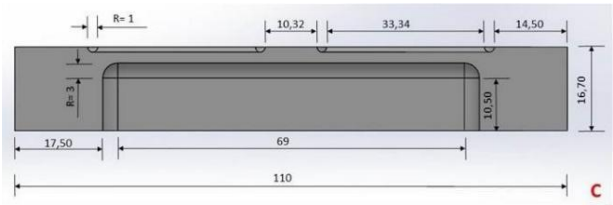
a) Detalhamento da parte superior



b) Detalhamento da parte inferior



c) Detalhamento da profundidade das linhas e da cavidade inferior



O detalhamento de cada parte do dispositivo no protótipo virtual, possibilita avaliar e realizar as correções necessárias e na sequência encaminhar para confeccção do protótipo físico a partir da Prototipagem Rápida, para assim, permitir que o usuário utilize o produto e formule sua opinião sobre a utilidade e funcionalidade do dispositivo. Concebe-se também, a avaliação nos aspectos de usabilidade e ergonomia do produto do processo do usuário manusear o protótipo físico do dispositivo.

ISSN 1809-3957

V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O ambiente da Engenharia Simultânea proporciona integração conceitos das etapas do PDIP com a TA permitindo correlacionar as especificações do usuário com DV, o ambiente que se pretende utilizar o produto e projetar todos os requisitos em um sistema CAD para em seguida transformá-lo em um protótipo real.

No Projeto Conceitual foram averiguados os requisitos necessários no produto para acessibilidade do usuário com Deficiência Visual, assim no ambiente CAD levou-se em consideração o tamanho ideal para manuseio; a presença do baixo relevo e texturas diferenciadas para percepção do usuário. Também, o tipo de material que será utilizado para a prototipagem real levando em consideração, o peso, boa usinabilidade, resistência e o custo.

Porém, para que isso se conclua de maneira eficiente é preciso conhecer melhor o usuário, pois, ao pesquisar sobre o tema da TA é notório que as referências encontradas ficam distantes da realidade. Para tornar a fase de PI e PC mais concreta, é fundamental maior contato com o usuário, para assim identificar com maior clareza as suas necessidades. Muitos produtos são elaborados com a finalidade de ajudar pessoas com DV, porém acabam sendo ineficientes devido à falta de testes pelos mesmos. Por isso a utilização de recursos CAD e da PR são chaves fundamentais, permitindo o teste de todo plano elaborado no PDIP. Essas ferramentas são a tradução dos requisitos em um produto, então quanto melhor o envolvimento para abordagem das necessidades dos usuários, melhor será a evolução do produto e menor será o índice de erros na sua condução. Além disso, o protótipo físico por PR permite o usuário com DV manusear e verificar o produto, permitindo a participação para avaliar durante o projeto.

Baseado na proposta de elaboração de um dispositivo para apoio às pessoas com DV na prática de esporte pretende-se em estudos posteriores encontrar um produto que atenda todas as necessidades dos usuários. Assim, para continuidade da pesquisa, será aprofundado o Projeto Preliminar e Projeto Detalhado, levando em consideração os materiais dos componentes para manufatura do dispositivo.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a PUCPR pelo apoio financeiro. E, agradecem também pelas contribuições e apoio das Instituições: Instituto Paranaense dos Cegos (IPC), Associação Esportiva dos Deficientes do Paraná (AEDV) e o Centro de Informática para Deficientes Visuais Prof. Hermann Gorgen.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, Nelson. OGLIARI, André. DIAS, Acires. SILVA, Jonny. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem.** Barueri (SP): Manole, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos.** São Paulo, 2011.

BRASIL. Comissão Nacional de Monitoramento dos Direitos da Pessoa com Deficiência (CNAMO). Estatuto da pessoa com deficiência. Brasília DF, 2013.

BRASIL. Comitê de Ajudas Técnicas CAT, Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE), Secretaria Especial dos Direitos.

BRASIL. Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999.

BRESCH, Rita. **Design de um serviço de Tecnologia Assistiva em escolas públicas.** Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18299/000728187.pdf?sequence=1> - Acessado em 24 Set 2013.

CAMPOS RUBIO, Juan Carlos; OLIVEIRA, Flávio Zica. **Cenário de manufatura integrada para produção de moldes e matrizes**. In: IX Colóquio de Usinagem, 2003, Uberlândia.

CASAROTTO, N. F; FÁVERO, J. S; CASTRO ESCOSTEGUY, J. E. **Gerência de projetos/ Engenharia Simultânea**. São Paulo SP. Atlas, 1999.

CHRISTENSEN, Clayton. **O Dilema da Inovação: Quando Novas Tecnologias Levam as Empresas ao Fracasso.** São Paulo: Makron Books, 2001.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE DESPORTOS DE DEFICIENTES VISUAIS. **Futebol de 5**. Disponível em: <http://www.cbdv.org.br/pagina/futebol-de-5>. Acesso em: 18 mar.2014

COSTA, Carlos Alberto; ROSSI, Fábio Luiz; TONOLLI JR, Enor José; MILAN, Gabriel. Percepção da prototipagem rápida no processo de desenvolvimento de novos produtos: dimensões do impacto em inovação e no valor agregado. **Produto & Produção.** Universidade de Caxias do Sul, vol. 14, n. 3, p. 63-80, out 2013.

DONAS DA BOLA. **Futebol de 5**. Disponível em: <http://www.donasdabola.com.br/2012/09/02/futebol-de-5/>. Acesso em: 30 abr.2014

FRANCESCONI, Tiago. **Proposta metodológica para modelagem geométrica a partir de imagens médicas.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

GALVÃO FILHO, T. A. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. In: **Revista Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade**, Salvador: Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia - FACED/UFBA, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, 2010.

GOMES FERREIRA, M.G. **Utilização de modelos para a representação de produtos no projeto conceitual.** 1997. Dissertação (Mestrado em engenharia). Disponível em <http://www.laship.ufsc.br/jonny/modelagem/Dis_Gitirana.pdf> Acesso em: 29 abr. 2014

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria**. Fundamentos de Metodologia Científica**.7.ed. SP: Atlas, 2010.

OKUMURA, Maria Lucia Miyake. **A Engenharia Simultânea aplicada no desenvolvimento de produtos inclusivos: uma proposta de framework conceitual.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2012.

OKUMURA, Maria Lucia; CANCIGLIERI JUNIOR, Osiris. O Desenvolvimento de Produto envolvendo a

ISSN 1809-3957

Tecnologia Assistiva por meio de estudo de caso múltiplo. **Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**, Setembro 2013.

OKUMURA, Maria Lucia; KITA, Jéssica Yuri; CANCIGLIERI JUNIOR, Osíris. A Engenharia Simultânea no projeto de produtos inclusivos orientados para o Design Universal. **Revista Sodebrás: Soluções para o desenvolvimento do país.** São Paulo, volume 7, n 76, p. 3-11, abr. 2012.

PARALYMPIC**. IBSA Goalball introduces world rankings system.** Disponível em**:** <http://www.paralympic.org/news/ibsa-goalball-introduces-world-rankings-system>. Acesso em: 30 abr.2014.

ROZENFELD, Henrique. FORCELLINI, Fernando. AMARAL, Daniel. TOLEDO, José. SILVA, Sergio. ALLIPRANDINI, Dário. SCALICE, Régis. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS NO START UP DE LINHA DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSO

GISELE STASIEVSKI ARGENTON DO AMARAL[1]; JOÃO MANOEL GROTT[1];
1 – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
gisele_st@yahoo.com.br, grottjm@gmail.com

Resumo *- **Neste estudo procurou-se descrever o método de gerenciamento do risco denominado Análise de Risco de Processo (ARP) antes do start up de uma linha de produção para levantamento dos riscos envolvidos sejam em materiais, reações químicas, estruturais, logísticos, inerentes aos equipamentos, inerentes ao processo, manutenção, projeto, agentes externos ou comportamentais. Foram usadas as ferramentas What if e Análise Preliminar de Risco onde foi possível identificar os riscos mais significativos e fazer recomendações para tratamento dos mesmos.***

Palavras-chave: Análise de Risco de Processo, What if, Análise Preliminar de Riscos.

I. INTRODUÇÃO

A gestão de segurança do trabalho tem campo bem abrangente, buscando-se a prevenção de todas as situações geradoras de efeitos indesejáveis ao trabalho. Seu significado amplo reflete a evolução da engenharia de segurança e o surgimento das chamadas "doutrinas preventivas de segurança" em que os acidentes são fatos indesejáveis, cujas causas podem ser evitadas (CAMBRAIA, 2004).

O conceito de prevenção aos riscos consiste na antecipação dos possíveis impactos ambientais, danos à saúde dos trabalhadores e perdas econômicas causadas por acidentes, desvios de processos, que em muitos casos poderiam ser evitados se as condições inseguras fossem detectadas na concepção do projeto. Dessa forma, é necessário que haja o gerenciamento do risco durante todas as fases do empreendimento, possibilitando processos produtivos mais seguros, ou seja, com maior controle sobre os riscos, seja na utilização dos recursos humanos, materiais, financeiros e tecnológicos de forma preventiva com objetivo de evitar acidentes que possam causar danos à saúde dos trabalhadores e impactos ambientais, sendo necessária identificação dos riscos, planejamento de ações de bloqueio, ações preventivas, controle e monitoramento e análise crítica para melhoria continua e aprendizado (CALIXTO, 2006).

Conforme NR 4 compete aos profissionais integrantes dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho aplicar os conhecimentos de engenharia de segurança e de medicina do trabalho ao ambiente de trabalho e a todos os seus componentes, inclusive máquinas e equipamentos, de modo a reduzir até eliminar os riscos ali existentes à saúde do trabalhador e determinar, quando esgotados todos os meios conhecidos para a eliminação do risco e este persistir, mesmo reduzido, a utilização, pelo trabalhador, de Equipamentos de Proteção Individual (Norma Regulamentadora 4, 2014).

Conforme NR 12 o empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores (Norma Regulamentadora 12, 2013).

O objetivo desse estudo foi a realização a Análise de Risco de Processo baseando-se em duas ferramentas de gestão de riscos, What if e Análise Preliminar de Risco para o *start up* de uma linha de produção, sendo essa análise de modo preventivo com identificação e classificação dos riscos e medidas de prevenção para os mesmos, garantindo dessa forma a segurança dos colaboradores envolvidos nesse processo.

II. ANÁLISE DE RISCO DE PROCESSO

Os processos básicos na gerência de risco podem ser descritos como a identificação dos riscos; Análise de riscos; Avaliação de riscos e Tratamento de riscos (SOUZA, 2002).

A gerência de riscos consiste na implantação de ações de identificação e tratamento dos riscos, e perdas que a empresa está exposta, durante execução de suas atividades laborais, propiciando garantias contra eventos indesejados (SOUZA, 2002).

Para identificar os perigos, aspectos ambientais e possíveis desvios de processo, qualificar e quantificá-los em termos de consequências se faz necessário a utilização das técnicas de análise de risco (AGUIAR, 2007).

As falhas representam não conformidades nas atividades produtivas, de tal modo que pesquisas para seu controle e prevenção são, no mínimo, desejáveis. Na literatura sobre o assunto, observa-se uma gama variada de técnicas, porém, quase sempre, usadas isoladamente e, em poucos casos, no setor de serviços (OLIVEIRA, 2010).

Não existe um método ótimo para se identificar riscos. Na prática, a melhor estratégia deve-se combinar os vários métodos existentes, obtendo-se o maior número possível de informações sobre riscos, e evitando-se assim

ISSN 1809-3957

que a empresa seja, inconscientemente, ameaçada por eventuais perdas decorrentes de acidentes (SOUZA, 2002).

A utilização de FMEA de Processo (*Failure Mode and Effect Analysis* - Análise dos Modos e Efeitos de Falha) proporciona uma visão geral, apontando os modos de falha, suas causas e efeitos. Assim, é possível estabelecer ações preventivas no processo ao invés de ações corretivas, que normalmente geram retrabalho, custos extras de mão-de-obra e materiais, além de transtornos indesejáveis aos clientes.

Como é um método analítico serve para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa. É utilizado pela equipe responsável pela manufatura com a finalidade de assegurar que seja realizada uma avaliação dos modos de falha do processo, assim como suas causas e mecanismos de controle. O objetivo clássico da utilização de FMEA é detectar falhas antes que as mesmas possam ocorrer em processos de fabricação (AGUIAR, 2007).

Garcia (2013) em seu estudo propõe o uso de análise dos modos e efeitos de falha para priorização de riscos, afirmando que a técnica tem por finalidade identificar e prover informações semiquantitativas com respeito às diferentes formas e modos de como o sistema sob análise pode vir a falhar.

As análises *What If* são reconhecidas pelos agentes de decisão como um instrumento bastante útil na execução de processos de tomada de decisão em geral e com grande interesse para a valorização de qualquer plataforma analítica de dados (CARVALHO, 2012).

Trata-se de um método especulativo onde uma equipe busca responder o que poderia acontecer caso determinadas falhas surjam (SOUZA, 2002).

What if é quase um "arranque" inevitável para o levantamento de uma questão, de uma dúvida, que um agente de decisão necessita de avaliar para assegurar, se possível, que a sua posterior decisão terá algum sucesso. É um instrumento válido e útil em qualquer processo de decisão e, como tal, um elemento valioso no reforço do sucesso de uma decisão (CARVALHO, 2012).

As perguntas devem simular situações imprevistas, que podem ocorrer durante o processo e devem descrever as consequências provenientes do perigo a ser identificado nessa simulação (HEINRICH, 2004).

A Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma técnica qualitativa de risco dedutiva, ou seja, ela inicia na identificação dos perigos, sendo avaliada as causas consequências, qualificação dos riscos e propostas para bloqueio e controle dos perigos. Existe a diferença entre Análise Preliminar de Risco e Análise Preliminar de Perigo (APP) que no primeiro caso além de avaliar os perigos existentes é feito uma qualificação dos riscos através da qualificação das frequências ou probabilidade de exposição aos perigos e da gravidade das consequências dos acidentes ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores (CALIXTO, 2006).

O benefício da APR está no elenco de medidas de controle de risco desde o início operacional do sistema. Permite revisões de projeto em tempo hábil no sentido de dar maior segurança. Definição de responsabilidade no controle de riscos (SOUZA, 2002).

O HAZOP (*Hazard and Operability Studies*- Análise de Riscos e Operabilidade) trata-se de um dos métodos mais eficientes para identificar perigos potenciais nos estágios iniciais dos projetos (HEINRICH, 2004).

Uma vez verificadas as causas e as consequências de cada tipo de desvios, esta técnica procura propor medidas para eliminar, mitigar ou controlar em níveis aceitáveis o risco ou quem sabe até sanar o problema de operabilidade da instalação. É uma técnica estruturada em palavras guias, desvios, causas, consequências e recomendações sendo a técnica mais formalizada em termos de metodologia sendo necessário experiência e conhecimento na aplicação da técnica para uma análise de processo de projetos (CALIXTO, 2006).

A árvore de falhas é uma técnica que considera a probabilidade de ocorrência de eventos indesejados que podem gerar um evento topo. O objetivo da técnica é considerar a combinação de vários eventos para a geração do evento topo indesejado, sendo possível identificar os eventos geradores principais para gerenciamento e controle, de forma a evitar a ocorrência do evento topo. A árvore de falhas ou FTA (*faul tree analyse*) tem a vantagem de considerar eventos combinados que outras técnicas de análise de risco não possuem, porém é totalmente dependente das probabilidades definidas para cada evento, exigindo banco de dados confiáveis, caso contrário a análise pode ficar comprometida, indicando probabilidades que não representam a realidade (CALIXTO, 2006).

A Análise de Risco de Processo (ARP) é uma ferramenta usada para desenvolver uma análise dos riscos que possam existir dentro um processo, os identificando, avaliando, analisando suas consequências e propondo medidas de minimização ou correção quando necessárias. Também é capaz de abordar fatores humanos, análise de alocação de instalações, análise de conceitos de processos inerentemente mais seguros e gerar recomendações de controle (DU PONT, 2013).

A ferramenta pode ser aplicada em vários segmentos industriais, enquanto um projeto está em sua fase experimental, fase de pré autorização, fase de detalhamento, fase de pré partida, fase de instalação, de forma periódica quando o risco do processo em determinado setor ou atividade é constante, quando ocorrem mudanças sejam de layout, instalações ou do processo, quando ocorre um incidente sério e também em casos de desativação de instalações.

Para a elaboração de uma ARP faz-se necessário seguir alguns critérios para obter bons resultados. Devem-se dividir os processos de forma que cada parte seja analisada de forma especifica e a análise completa não demore a ser concluída. Dentre essa divisão, é preciso observar quais setores possuem maior gravidade.

A equipe para realização da ARP deve conter um líder que preferencialmente possua conhecimentos de ferramentas de análises de risco. Os outros membros devem ser compostos de forma multidisciplinar nas áreas de interesse ao processo avaliado, como do setor produtivo/operacional, de processos, manutenção, engenharia ou área técnica, de segurança, de técnicas de analise de riscos e profissional que conheça do processo a ser analisado.

As ferramentas que podem ser utilizadas para a ARP depende do processo a ser avaliado, pois cada uma possui sua particularidade e contribui de forma mais ou menos significativa para identificação de riscos específicos de tais processos. As mais comumente usadas são a HAZOP, FMEA, FTA, *Check-List*, *What If* e APR. A escolha da melhor ferramenta de análise encontra-se disposta no Quadro 1, onde a indicação "x" corresponde à técnica mais apropriada para determinada aplicação.

Quadro 1 - Aplicação de técnicas de Análise de Riscos conforme o tipo de processo avaliado

Aplicações	Check List	Análise Preliminar de Riscos	What if	What if/ Check List	HAZOP	Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA)	Análise Arvore de Falhas	Estudo de Fatores Humanos
Projeto Conceitual		x	x					
Projeto Detalhado		x	x	x	x	x	x	
Construção/ Start up	x		x	x				
Operação de planta piloto	x		x	x	x			
Operação de Rotina	x							
Expansão ou modificação			x	x	x			
Pesquisa e Desenvolvimento			x					
Retirada de Operação (desativação)	x		x	x				
Elaboração de procedimento operacional			x	x				
Estudo sobre a operação de rotina			x					x
Investigação de Acidente/Incidente			x				x	

Independente da técnica utilizada para a análise é necessário atribuir a classificação dos riscos, onde pode ser utilizada uma matriz de tolerabilidade, sendo esta composta da probabilidade/frequência do evento ocorrer e a gravidade que esse evento teria, ou seja, a sua consequência.

Para classificar probabilidade do evento pode-se utilizar o Quadro 2, para a gravidade do mesmo o Quadro 3 e a matriz de tolerabilidade é representada no Quadro 4, sendo essa responsável por representar a categoria de risco existente no processo avaliado e determinar por priorização os que devem ser tratados primeiramente, sendo usado nesses casos um plano de ação.

Quadro 2 - Matriz de Probabilidade/Frequência

GRAU	DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
A	Extremamente Remoto	Extremamente Remoto, mas possível: - Não há notícia de ocorrência anterior -Exige falha de múltiplos sistemas (redundantes) de proteção associadas ou não a procedimentos -Intervalo entre ocorrências acima de 35 anos
B	Remoto	Evento Remoto, mas ocorre eventualmente: - Pode ocorrer sob certas circunstâncias excepcionais -Há registro de ocorrência na indústria -Exige falhas múltiplas de componentes de um sistema de proteção ou várias camadas de proteção e as ocorrências são esperadas entre 15 e 35 anos
C	Razoavelmente Provável	Evento Razoavelmente Provável (Espere por ele): - Pode-se esperar uma ocorrência, existe histórico na unidade - Pode ocorrer mais de uma vez no ciclo de vida da unidade - Pode ocorrer por falha localizada (um único componente) - Pode ocorrer por desvio de procedimento localizado e o intervalo entre ocorrências esperado de 1 a 15 anos
D	Provável	Evento provável, recorrente: - Ocorre com frequência no ciclo de vida da unidade - Pode ocorrer mais de uma vez ao ano na unidade

Quadro 3 - Matriz Severidade/ Gravidade

Impacto	Categorias de Gravidade			
	Leve	Moderada	Crítica	Catastrófica
Ser Humano	Lesões ou efeitos à saúde leves, acidentes sem afastamento (primeiros socorros)	Lesões de gravidade moderada, com afastamento do trabalho de 1 a 15 dias.	Lesões graves não incapacitantes, com afastamento do trabalho superior a 15 dias.	Morte ou invalidez permanente
Meio Ambiente e Comunidade	Danos mínimos ao meio ambiente (apenas área envolvida)	Danos ao meio ambiente com extensão a áreas adjacentes (intramuros)	Os danos ao meio ambiente extrapolam os limites da empresa (extramuros) / impacto pelos órgãos competentes	Sérios danos ao meio ambiente. - Os efeitos do acidente poderão colocar em risco as comunidades (pânico, lesões graves ou morte)
Imagem	Conhecimento apenas da Unidade	De conhecimento da Empresa	Impacto na comunidade local / órgãos competentes	Impacto nacional ou intenacional
Patrimônio (Instalações, equipamentos, matérias primas e produto acabado)	Perda < R$50000,00; - Perdas insignificates	Perda > R$50000,00 até R$ 500000,00; - Perdas suportáveis	Perda > R$500000,00 até R$ 3000000,00; - Perdas severas	Perda > R$ 3000000,01; -Perdas que demandam um longo tempo de recuperação ou que podem interferir na saúde financeira da unidade.
Parada de Produção	O processo produtivo sofre perda de capacidade produtiva por até 1 dia	O processo produtivo sofre perda de capacidade produtiva total de 2 a 3 dias	O processo produtivo total é parado de 3 ate 7 dias	O processo produtivo total é parado por mais de 7 dias

ISSN 1809-3957

Quadro 4 - Exemplo de Matriz de Tolerabilidade de Riscos

Severidade Potencial das Consequências	Danos a pessoas	Danos materiais ou econômicos	Danos ao meio ambiente	Danos à imagem do Empreendimento ou da Companhia	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO EVENTO			
					Extremamente Remoto	Remoto	Razoavelmente Provável	Provável
					A	B	C	D
1	Lesão Leve sem afastamento	Danos Leves	Efeitos Mínimos	Impacto Mínimo				
2	Lesão Temporária com afastamento	Danos Moderados	Efeitos Moderados e compensáveis	Impacto Sensível, porém limitado				
3	Lesão permanente ou doença ocupacional moderadas	Danos Substanciais	Efeitos Substanciais localizados	Impacto considerável bem caracterizado				
4	Lesão permanente ou doenças graves ou fatalidades	Danos catastróficos	Efeitos Catastróficos	Impacto Severo Nacional ou Internacional				

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo a técnica usada para a análise de risco de processo partiu por um *What if*, onde uma equipe multifuncional levantou todos os pontos de forma qualitativa, onde pudessem existir riscos ou desvios, sejam esses de materiais, reações químicas, estruturais, logísticos, inerentes aos equipamentos, inerentes ao processo, manutenção, projeto, agentes externos ou comportamentais.

A equipe reuniu-se durante cinco semanas e analisou todos os riscos da nova linha de produção segmentando-a para uma análise bem detalhada. Como se trata de dados de uma empresa alguns dados inerentes aos processos e informações específicas do processo produtivo serão ocultados. Todas as perguntas foram alimentadas em uma tabela. Durante essa etapa apenas as perguntas são levantadas, não se preocupando com o fato de respondê-las e procurar medidas para as mesmas.

Conforme descreve o procedimento do *What if*, as perguntas são feitas de forma aleatória, até que toda criatividade em fazê-las seja cessada.

Após todas as perguntas serem elaboradas é realizada uma etapa de geração de perguntas através da lista de verificação, ou seja, novas perguntas são geradas através de um *check-list* de suporte. Através desse, novas perguntas antes não levantadas são adicionadas ao *What if*.

Depois de cessadas as perguntas, estas são respondidas. As perguntas semelhantes podem ser agrupadas e respondidas em uma única vez. Para cada pergunta uma resposta deve existir baseada em um procedimento, ação ou medidas de proteção. Também é importante um campo de "Recomendações", onde se avalia as ações gerenciais de risco.

Toda a equipe deve estar ciente das respostas dadas pelo gestor da resposta, que não necessariamente é o gestor da pergunta, isso dependerá da área técnica a qual se refere a pergunta. Caso haja divergência entre os participantes quanto a alguma resposta, esta deve ser novamente avaliada por toda a equipe.

Após todas as perguntas respondidas deve-se fazer uma priorização das recomendações, com isso são observados os pontos que envolvem maior risco. Essa análise deve ser tratada através da Matriz de Tolerabilidade, onde se atribui a classe de risco. É obtida a criticidade do risco em função da probabilidade de ocorrência do evento e de suas consequências.

Para a elaboração de um relatório com os riscos de maior potencial foi usado a Análise Preliminar de Risco, propondo-se ações de gerenciamento de riscos para os levantados como substanciais e intoleráveis.

Para riscos substanciais foi gerado relatório adicional com o risco envolvido, as ações recomendadas e responsáveis pelas ações, descrição do risco, levantamento estatístico, medidas temporárias e evidência do risco com fotos.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os participantes da análise se direcionaram no setor onde foi instalada a Linha de Produção e iniciaram as perguntas conforme procedimento do *What if* mostrado no Quadro 5.

O quadro é dividido em três partes sendo a primeira Gestão da Pergunta, composta pelas abas: Integrante, sendo esse o participante do grupo que está fazendo a pergunta; Área Inspecionada, sendo esse um dos setores que foram divididos de todo o processo; a Pergunta, sendo essa a pergunta propriamente dita; Área Responsável por Responder; Gestor da Resposta, sendo esse o responsável por responder a pergunta conforme sua capacidade técnica; Observações, sendo esse campo livre para informações podendo ser colocado o tipo de lesão que pode estar envolvida, a segunda a parte da tabela é sobre a Gestão da Resposta composta pelas abas Procedimento, onde é descrito que tipo de procedimento já é existente e Fato, que demonstra as condições físicas do processo e a terceira parte que são as Recomendações, onde são colocadas ações gerenciais de risco para tratar cada ponto levantado. Durante o *What if* foram levantadas 170 perguntas sobre todo o processo, todas respondidas e com suas devidas

ISSN 1809-3957

recomendações. O modelo da estrutura do quadro é mostrada a seguir.

Quadro 5 – What if

Gestão da Pergunta	**Integrante**	Participante da Segurança do trabalho	Participante da Manutenção
	Área Inspecionada	Formação Papel/placa	Formação Papel/placa
	Pergunta	Se a ventosa falhar?	Se precisar acessar o fosso das estações 1 e 2?
	Área Responsável por Responder	Manutenção	Operacional
	Gestor da resposta	Participante da Manutenção	Participante da Produção
	Observações	Danos Materiais	Risco de esmagamento, cortes, lesão grave
Gestão das Respostas	**Procedimento**	Procedimento operacional	Procedimento operacional
	Fato	Procedimento operacional	Procedimento operacional; Placas de sinalização de segurança; Acesso somente com liberação de PET; Acesso somente com liberação de ATR
Recomendações	**Ações Gerenciais de Risco**	Acesso a área somente com equipamento bloqueado através do portão interligado com equipamento	Bloqueio do equipamento através do portão de acesso; Travamento mecânica da mesa

Fonte: O Autor

Quadro 5 - What if

As principais perguntas foram:

Se a ventosa falhar?

Se precisar acessar o fosso das estações 1 e 2?

Se acabar energia e operador estiver no fosso das estações sem bloqueio mecânico?

E se a empilhadeira escorregar no piso liso?

E se um operador de empilhadeira não ver uma outra empilhadeira?

E se houver colisão entre as empilhadeiras no corredor entre estantes de papel e bobinas?

E se a iluminação externa não for favorável?

E se a empilhadeira colidir com um caminhão?

Se lote estiver desalinhado?

E se o operador cair no alçapão aberto dentro da fresa?

Se a bandeja soltar por falta de vácuo no momento em que esta sendo levantada?

Se houver necessidade de alinhamento de placas na saida do material acabado? (contato direto das mãos próximo aos rolos)

Se operador acessar os lotes no momento da cintagem?

Se precisar fazer limpeza no fosso?

Após a etapa de *What if* as perguntas foram agrupadas em um quadro de Análise Preliminar de Risco (APR) onde os itens a serem descritos são: a Área que foi avaliada, a Atividade, o Risco, a Condição de Operação, se essa é normal ao processo ou anormal, Causas do Risco, os Efeitos que podem ocasionar, Observações pertinentes aos riscos, Controles Existentes, se estes existirem, Categoria de Probabilidade, Categoria de Severidade, Grau do Risco e Ações para Gerenciamento dos Riscos. Parte do modelo do quadro é mostrada a seguir:

Quadro 6 – Análise Preliminar de Risco

Área	Alimentação MDF	Formação Papel/placa	Formação Papel/placa
Atividade	Manutenção/ limpeza nas mesas elevatórias (fosso)	Manutenção/limpeza nas mesas elevatórias (fosso)	Manutenção/limpeza nas mesas elevatórias (fosso)
Risco	Esmagamento e Corte	Esmagamento	Esmagamento
Cond. de Operação	Normal	Normal	Normal
Causas do risco	Manutenção na mesa elevatória (Acesso ao fosso)	Intervenção em equipamento em movimento sem trava mecânica (fosso)	Intervenção em equipamento em movimento (operação)
Efeitos	Óbito	Lesão grave	Lesão grave
Observações	Risco de esmagamento ao acessar os fossos	Acesso ao fosso em bloqueio	Esquecer de colocar cadeado na trava mecanica
Controle Existentes	Bloqueio do equipamento através do portão de acesso; Travamento mecânica da mesa	Bloqueio do equipamento através do portão de acesso; Travamento mecânica da mesa; Procedimento operacional; Placas de sinalização de segurança; Acesso somente com liberação de PET; Acesso somente com liberação de ATR	Bloqueio do equipamento através do portão de acesso; Travamento mecânica da mesa; Procedimento operacional; Placas de sinalização de segurança; Acesso somente com liberação de PET; Acesso somente com liberação de ATR
Cat. Prob.	B	B	B
Cat. Sev.	4	4	4
Grau Risco	4 - Intolerável	4 - Intolerável	4 - Intolerável
Ações para Gerenciamento dos Riscos	Toda atividade no fosso somente com liberação de ATR/APR e PET; Obrigatório uso de cadeado individual	Toda atividade no fosso somente com liberação de ATR/APR e PET; Obrigatório uso de cadeado individual	Toda atividade no fosso somente com liberação de ATR/APR e PET; Obrigatório uso de cadeado individual

Fonte: O Autor

Os riscos identificados como intoleráveis estão:

- Na Alimentação MDF com a manutenção e limpeza das mesas elevatórias, da mesma forma nas mesas elevatórias da estação de papel, onde para realizar essas atividades as ações de gerenciamento recomendadas são realizar a atividade com liberação de ATR(autorização de trabalho de risco), APR (Análise Preliminar de Risco) e PET(Permissão de Entrada de Trabalho) e também uso de cadeado individual.
- Na logística de alimentação de matérias-primas com o transporte dos materiais, onde como ação foi sugerido construir um sistema de semáforo inteligente entre o cruzamento e a instalação de espelhos convexos.
- No transporte de matérias-primas em dia de chuva associado também a movimentação de empilhadeiras e colaboradores com risco de atropelamento além do semáforo inteligente, a cobertura entre barracões; piso anti derrapante e medir luminosidade no turno 1 e 3 conforme (NBR 5413) para adequações se necessário.
- Na alimentação de MDF cru, com risco de esmagamento, se propôs a instalação de barreiras de proteção e reforçar

ISSN 1809-3957

através de treinamentos o cumprimento das ITs de segurança.

- Na fresa, onde podem existir intervenções com risco de esmagamento foi sugerido uso de cadeado no alçapão com chave controlada e uso de cadeado individual e cartão para bloqueio.
- Na embalagem onde ocorrem processos de cintagem, acesso aos lotes durante transferência nas mesas de rolos, intervenções no processo de cintagem é necessário uma adequação completa aos requisitos da NR 12.
- Na embalagem a atividade de reposicionamento do caibro além da adequação da NR 12, também uma definição quanto uma ferramenta adequada quanto ao reposicionamento.
- Na troca de bandejas, com risco de perda de vácuo, foi solicitado que a área tivesse isolamento adequado.
- E por fim o deslocamento de pedestres entre barracões foi recomendado a pintura da faixa de pedestres e melhor sinalização aos veículos.

Depois de identificados os riscos intoleráveis pela Análise Preliminar de Risco foram realizados 6 relatórios, sendo cada um correspondente aos riscos das atividades similares. Os relatórios são gerados com grande parte das informações do *What if* e APR, sendo interessante seu uso para divulgação a nível gerencial na companhia, uma vez que simplifica todo o processo e otimiza as informações mais relevantes. No relatório foram colocados os nomes dos participantes envolvidos, o risco identificado, as recomendações, a descrição do risco, a análise de risco usando os valores dados nas categorias de probabilidade e severidade, medidas temporárias até que as recomendações sejam implementadas e evidências do risco que tratam-se de fotos da atividade ou condição do processo.

V. CONCLUSÃO

Através da Análise *What if* e Análise Preliminar de Risco foi possível analisar, avaliar e tratar os riscos e associados ao *start* do novo processo.

Com a análise qualitativa de *What if* foi possível identificar todos os riscos envolvidos, sejam de qualquer natureza. Essa ferramenta pode abranger outros processos além do *start up* pelo fato de ser organizado por uma equipe multidisciplinar a qual garante que todas as características, desvios e não conformidades sejam tratados.

A análise preliminar de risco permitiu classificar a categoria do risco, recomendar medidas preventivas e temporárias para a não exposição de risco aos colaboradores envolvidos, bem como aos equipamentos e patrimônio da empresa.

As ferramentas podem ser usadas para novos processos, como também para análise de processos existentes. Também é possível utilizar para estudo de novos projetos. Independente do uso, essas identificarão os riscos e impedirão danos e acidentes, otimizando os resultados da empresa em indicadores de produtividade, qualidade e segurança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **CAMBRAIA, F. B**. *Gestão integrada entre segurança e produção: aperfeiçoamentos em um modelo de planejamento e controle*. PPGEC/UFRGS, 2004.

[2] **Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR 4** – *SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO*, 2014.

[3**] Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12** - *SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS*, 2013.

[4] **DUPONT,** *ARP – Análise de Risco de Processos*, 2013.

[5] GARCIA P.A.A., *Uma abordagem via análise envoltória de dados para o estabelecimento de melhorias em segurança baseadas na FMEA.* Gestão da Produção, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 87-97, 2013.

[6] AGUIAR, D.C.; SALOMON, V.A.P. *Avaliação da prevenção de falhas em processos utilizando métodos de tomada de decisão.* Revista Produção, v. 17, n. 3, p. 502-519, Set./Dez. 2007.

[7] **CARVALHO, M.; BELO, O.** *Exploração de Cenários What-If em Plataformas de Processamento Analítico de Dados*. Centro de I&D ALGORITMI Universidade do Minho, Braga, 2012.

[8] **CALIXTO, E.** *Uma metodologia para gerenciamento de risco em empreendimentos: Um estudo de caso na Industria de petróleo*. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006 ENEGEP 2006 ABEPRO (UFRJ/COPPE).

[9] **OLIVEIRA, U.R.; PAIVA, E.J., ALMEIDA, D.A**. *Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas.* Revista Produção, v. 20, n. 1, jan./mar. 2010, p. 77-91.

[10] **SOUZA, C.R.C**. *Análise Gerenciamento de Riscos de Processos Industriais*. UFF – Universidade Federal Fluminense Pós Graduação em Engenharia de Segurança, 2002.

[11] **HEINRICH, J.S.S**. *Aplicação da Análise de Riscos a Atividades do Transporte Rodoviário de Carga Geral*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

OS REQUISITOS DO DISPOSITIVO ORIENTADO PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA NO PROJETO CONCEITUAL PARA APOIO A PRÁTICA DO FUTEBOL DE CINCO

BRUNA BOCHNIA FRETTA[1]; RAFAEL DOS SANTOS LIMA[1]; TIAGO FRANCESCONI[1]; VALTER KLEIN JUNIOR[1]; MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA[1]; OSIRIS CANCIGLIERI JUNIOR[1]
1 – Pontificia Universidade Católica do Paraná
brunafretta@gmail.com; santos.rafael.lima16@gmail.com; tiago.francesconi@pucpr.br; valter.klein@pucpr.br; lucia.miyake@pucpr.br; osiris.canciglieri@pucpr.br

RESUMO: ***Um dispositivo que usa a comunicação por rádio frequência apresenta duas principais áreas para sua confecção, mecânica do invólucro e a eletrônica na comunicação. Assim, este artigo apresenta a relação entre as partes para elaborar o Projeto Conceitual de um dispositivo orientado para Tecnologia Assistiva, que auxiliará no treino de paraesporte de pessoas com deficiência visual. Para tanto, o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) e no ambiente da Engenharia Simultânea foi aplicado para a elaboração do dispositivo para que as duas áreas busquem os requisitos do produto atendendo a exigência dos usuários. O objetivo desse estudo é verificar quais são os elos entre as duas partes e levantar as possíveis restrições para a confecção do produto. Estas restrições impostas devem ser discutidas e inseridas no trabalho a fim de diminuir o tempo do projeto e os erros. A metodologia aplicada iniciou-se com a revisão bibliográfica, levantamento das variáveis que constituem as partes e a discussão das áreas distintas para analisar a influência das variáveis. Nesta fase de PDIP, é possível perceber a importância de relacionar as áreas de um projeto para que haja menos casos de retrabalhos e dar continuidade para o Projeto Detalhado e a elaboração do protótipo do dispositivo.***

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, Engenharia Simultânea, Paraesporte, Pessoas com Deficiência Visual, Tecnologia Assistiva, Mecânica do Invólucro, Comunicação por Rádio Frequência.

I. INTRODUÇÃO

O esporte tem um papel fundamental na vida de um indivíduo. A prática do esporte ajuda na formação do carácter, no equilíbrio emocional e físico e ainda contribui para uma qualidade de vida superior do praticante. (CHAN, 2014). Entrentanto há pessoas que não conseguiriam praticar o esporte sem ajuda de artifícios tecnológicos, como pessoas com deficiência visual na prática do futebol de cinco.

O futebol de cinco é um esporte adaptado com métodos e tecnologias a fim de aprimorar ou possibiltar a capacidade do atleta. Essa modalidade paraesportiva, que foi adaptada do futsal, conta com bola com guizos, bandas laterais e o chamador (CBDV, 2014). O chamador é um membro da comissão técnica que tem um papel fundamental no jogo. Esse membro tem a função de avisar o jogador onde está o gol e possíveis faltas (URECE, 2014). Contudo, não é sempre que o chamador está disponível para fazer seu papel em treinos e em jogos não oficiais.

Neste contexto, esse artigo aborda o projeto, e suas relações com a área mecânica e a de comunicação de um dispositivo que visa auxiliar esses jogadores na prática do futebol de cinco quando o chamador não está presente. O dispositvo é composto de um controle, que enviará os comandos; e um módulo, que os receberá e os reproduzirá. Sendo assim, há duas partes principais: a parte de comunicação e a parte mecânica. O objetivo desse artigo é relacionar as duas grandes partes e com isso verificar as restrições do projeto, conhecendo as variáveis quanto a influência que cada uma exerce sobre a outra para projetar um dispositivo de controle de rádio frequência.

A metodologia desta pesquisa é aplicada com abordagem qualitativa e de natureza exploratória. O procedimento técnico do artigo inicia-se com fundamentação teórica na revisão da literatura nos temas: pessoas com deficiência, esporte praticada pela pessoa com deficiência, Tecnologia Assistiva, Engenharia Simultânea, Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto, Prototipagem Rápida, Ergonomia do Produto, Comunicação de dados por Rádio frequência e Protocolo de Comunicação. Na sequência, foram levantadas as variáveis significativas, que envolvem as características mecânicas do invólucro e da comunicação por rádio frequência e suas restrições por meio de diálogo entre as áreas multidisciplinares. O resultado apresenta a matriz de relacionamento das variáveis com uma discussão conceitual da pesquisa. Ao final, a conclusão da pesquisa enunciando as contribuições e sugestões para a continuidade de pesquisa.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A) Pessoa com deficiência

Segundo a ONU – Organização das Nações Unidas (2007), as pessoas com deficiência são “aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas” (ONU, 2007; BRASIL, 2009).

ISSN 1809-3957

Dentre as deficiências, a deficiência visual é caracterizada pelo comprometimento parcial ou total da visão. A falta de visão pode ser caraterizada em três niveis: Baixa Visão, Cegueira Parcial e Cegueira (OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014; AMPUDIA, 2014). A cegueira pode ocorrer por forma congênita, deformidade de nascença, ou adquirida (OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014). Uma pessoa é dita portadora de baixa visão quando necessita do auxílio de lentes especiais, lupas ou bengalas. A Cegueira parcial ocorre quando há somente a percepção de luzes, e finalmente, a cegueira é a perda total da visão (AMPUDIA, 2014).

B) Esporte praticado pela Pessoa com Deficiência

O esporte para uma PcD é essencial para promover a interação social, possibilitando o indivíduo descobrir uma vida normal e saudável (PEDRINELLI, 2014).

Entre os esportes praticados por uma pessoa não vidente, há a modalidade do futebol de cinco. O futebol de cinco consiste em um jogo de futsal adaptado para os cegos, composto de cinco jogadores com deficiência visual que usam vendas nos olhos para não apresentar vantagens de resquícios visuais, e um goleiro vidente (CBDV, 2014).

Algumas adaptações são: a bola com guizos, a banda lateral para impedir que a bola saia da quadra e o chamador. O chamador é um elemento da comissão técnica cuja função é alertar o atleta, por meio de uma batida com um bastão nas traves, o posicionamento do gol e as possíveis faltas (URECE, 2014).

A quadra do futebol de cinco é dividida em terços, no terço da defesa somente o goleiro pode falar e posicionar os jogadores. No terço do meio de campo, é o técnico quem dá as orientações. Já no terço do ataque, quem é o responsável por essa função é o chamador (CDBV, 2014; URECE, 2014).

C) Tecnologia Assistiva

Tecnologia Assistiva (TA) é um termo utilizado para generalizar toda gama de serviços ou produtos que visam a independência e a autonomia de uma PcD (ASSITIVA, 2014). O Comitê de Ajudas Técnicas – CAT define TA como uma "área do conhecimento que engloba produtos, recursos, (...), que objetivam promover a funcionalidade relacionada à atividade e participação das pessoas com deficiência, visando sua autonomia, independência, qualidade de visa e inclusão social" (BRASIL, 2009).

D) Engenharia Simultânea

Na década de 90, chamada década da responsividade, houve uma mudança nos padrões empresariais devido à demanda de respostas rápidas do mercado. Essa mudança consiste em projetar mais rapidamente e integrar o cliente no seu projeto. Uma saida para esses dois requisitos do mercado, foi a engenharia simultânea, do inglês "*concurrent engineering"*. Essa prática funciona com todas as atividades de vários setores de conhecimento ocorrendo em um quase paralelismo. Assim, ocorrem menos erros no protótipo final e consequentemente, menos casos de reprojeto (CASAROTTO FILHO *et al.*, 1999).

Segundo Smith (1997), a Engenharia Simultânea é um termo aplicado para um ambiente de cooperação multifuncional no projeto de engenharia para elaborar produtos que sejam melhores, com custos baratos e que são introduzidos no mercado mais rapidamente.

A Engenharia Simultânea possibilita a participação de várias equipes no projeto de desenvolvimento integrado, de modo que ocorre um envolvimento paralelo entre as diferentes áreas nas fases do projeto (OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014).

Segundo Back *et al.* (2008), a Engenharia Simultânea aborda os seguintes aspectos:

a) Tratamento simultâneo de restrições;
b) Compartilhamento de conhecimentos associados ao desenvolvimento do produto;
c) Consideração do ciclo de vida do produto;
d) Ênfase às preferências do consumidor;
e) O Desenvolvimento de produto considerando qualidade, custo e tempo para o mercado.

E) Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um conjunto de atividades que visam atender a necessidade de um mercado consumidor (ROZENFELD *et al.*, 2006).

No Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP), a criação de um produto é vista como um resultado. São usados conceitos de engenharia simultânea para criar uma grande variaedade de produtos com um baixo custo, além disso, é necessário que a equipe de desenvolvimento seja multidisplinar (ROZENFELD *et al.*, 2006; OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014).

O PDIP orientado para a TA, ilustrado na Figura 1, visa atender as necessidades da PcD, e também ser aceito no ambiente em que o usuário está inserido para favorecer a inclusão do cliente visando sempre objetivos sociais e culturais (OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2013).

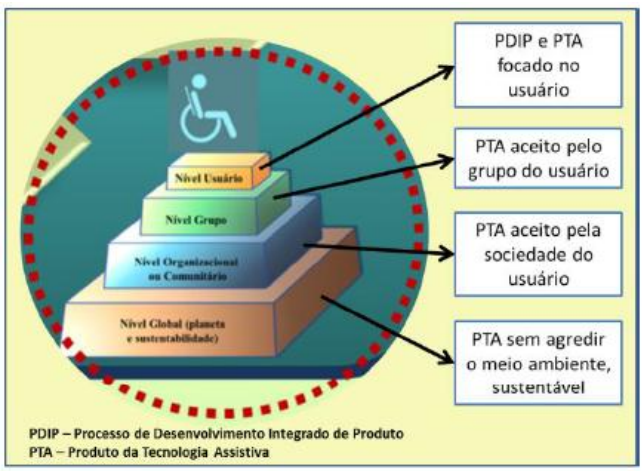


Figura 1- Objetivos do PDIP orientado para TA (OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2013).

F) Prototipagem Rápida

Com a crescente demanda do mercado consumidor por novidades e melhorias, o tempo de projetar um novo produto precisa ser diminuido para esse possa se tornar

ISSN 1809-3957

competitivo. Uma das maneiras para agilizar o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) é utilizar protótipos (VOLPATO *et al*., 2007).

O uso dos protótipos ajuda na vizualização e no teste do produto, evitando o retrabalho com o produto finalizado. Dentre as formas de construir um protótipo existe a Prototipagem Rápida (RP). Como exemplificado na figura 2, a RP consiste em um desenho elaborado em ambiente CAD, esse desenho é fatiado em espessuras minímas e então é feito camada por camada (GORNI, 2001; ROZENFELD *et al*., 2006; VOLPATO, 2007; BACK *et.al*., 2008).

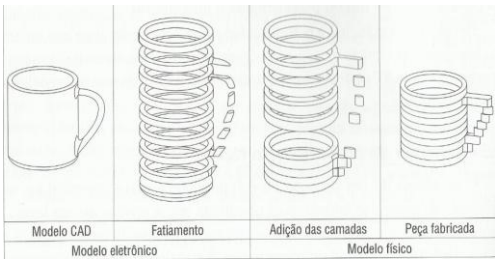


Figura 2- Processo de Prototipagem Rápida (VOLPATO *et al.*, 2007)

Existem três categorias de RP que são dividas pela forma da matéria prima: líquidos, sólidos e pós. Os baseados em sólidos usam um filamento como matéria prima (MELLO *et al.*, 2006; VOLPATO *et al*., 2007). Essa técnica possibilita um alto grau de detalhamento, de forma totalmente automatizada (VOLPATO, 2007). Entretanto, o uso da RP tem seus aspectos negativos, o espaço do protótipo é limitado e alguns protótipos podem levar cerca de 72 horas para serem concluídos (GORNI, 2001).

G) Ergonomia do Produto

Ergonomia é uma área do conhecimento que se preocupa com o entendimento das interações entre os seres humanos e os outros elementos do sistema. O profissional desta área estuda a teoria, o principio, as informações e os métodos para desenhar o sistema a fim de otimizar o bem estar humano e a performance global (IAE,2014). Ou seja a ergonomia visa reduzir desgastes físicos do usuário (IIDA, 2005).

A ergonomia do produto tem como objetivos a facilidade de manuseio; adaptação antropométrica; fornecimento claro de informações e compatibilidade de movimentos. Em outras palavras a ergonomia do produto busca a usabilidade (IIDA, 2005). Um exemplo simples de uso da ergonomia do produto é a tesoura para canhotos (Figura 3).

Figura 3- Tesoura para canhoto e para destro (FISIOVITAL, 2014)

Entretanto, aplicar a usabilidade não refere-se somente ao conforto, refere-se também ao bom funcionamento e eficiência de um produto (IIDA, 2005).

H) Comunicação de dados por Rádio frequência

Por se tratar de um produto que possui o uso em vários locais, a portabilidade do mesmo se tornou um fator decisivo para seu projeto, por esse motivo optou-se pelo uso de ondas de rádio frequência (RF), para a comunicação entre o controle e o modulo reprodutor, conforme a Figura 4. Segundo autores no tema, a rádio frequência são ondas de rádio que levam energia de um ponto a outro, permitindo assim a comunicação sem fio, como nas transmissões de televisão, rádio e celulares (HALEY; JACOBSEN; ROBLIN, 2007; LUDWIG; BOGDANOV, 2009). Os sinais de RF são conduzidos por um condutor, normalmente cobre, e transmitidos pelo ar através de uma antena. Os sinais são irradiados em forma de ondas eletromagnéticas, propagam-se em todas as direções (CHOUERI JR; CRUZ, 2008). Portanto, a RF consiste em transmitir um sinal elétrico através de ondas eletromagnéticas que transportam a informação de um transmissor a um emissor sem a necessidade de fios; a informação é codificada como a variação da intensidade de um sinal, a frequência dessa variação é o que difere um sinal de RF de outro (HICKMAN, 2002).

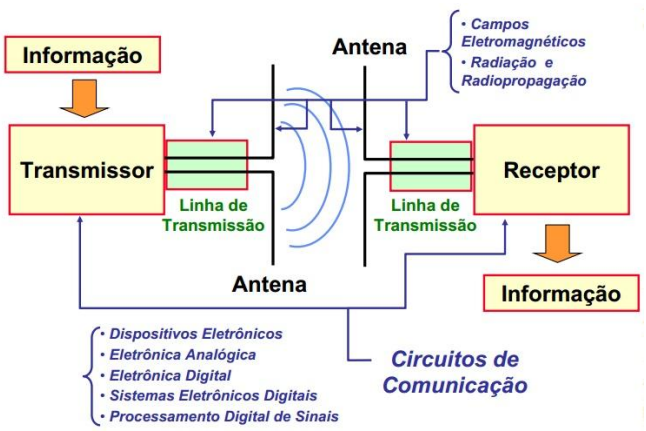


Figura 4 - Demonstração do funcionamento de uma transmissão RF (PINHEIRO, 2014)

I) Protocolo de Comunicação

Ao evoluir a humanidade criou a necessidade de se comunicar. Essa comunicação é feita de forma sonora para se criar um padrão, e assim, foram desenvolvidas línguas que são formas de dispor aquilo que se sente ou o que se necessita para outra pessoa. Para que possa se utilizar uma língua, deve se ter um bom conhecimento sobre as regras e os significados presentes na linguagem. Sendo assim, uma língua só pode ser compreendida pelos indivíduos que a conhecem.

Com o passar dos anos e a evolução tecnológica criou-se também a necessidade de que os dispositivos e softwares se comunicassem entre si na forma de sinais elétricos, para que essa comunicação fosse feita de forma a ser compreendida analogamente. A linguagem de software foi criada baseada na comunicação verbal e recebe o nome de protocolo, o qual garante que uma vez criado um canal de comunicação, este será exclusivo para a aplicação que foi

ISSN 1809-3957

projetada, ou seja, sem invasões e limitada a alteração do conteúdo comunicado por algum tipo de ruído. Segundo Forouzan (2007), "um protocolo é um conjunto de regras que governa a comunicação de dados. Um protocolo define o que é comunicado, como é comunicado e quando".

III. DESENVOLVIMENTO

Conforme Okumura *et al.* (2014), as áreas multidisciplinares comprometem-se para compor os requisitos do produto orientado para TA. As especificidades do usuário com deficiência são abordadas de acordo com a especialidade de cada área, sendo necessário categorizar essas informações, que estruturam a execução das tarefas simultaneamente no PDIP.

Deste modo, no projeto informacional e conceitual do PDIP para elaborar um dispositivo de apoio aos praticantes do futebol de cinco, há duas partes, de áreas diferentes, que se relacionam: a mecânica do invólucro e a parte eletrônica de comunicação. Assim, para atender as necessidades do usuário, a mecânica do invólucro aprofunda-se nos temas de ergonomia do produto e prototipagem rápida; e a eletrônica de comunicação compreende os aspectos de comunicação por rádio frequência e protocolo de comunicação.

As duas partes serão desenvolvidas em paralelo por equipes multidisciplinares dentro do ambiente de ES seguindo as fases do PIDP. As restrições serão analisadas a cada etapa do PIDP, e precisam ser solucionadas antes da próxima fase do projeto.

Foram levantadas as principais características de cada parte e identificadas as variáveis significativas. Da parte de comunicação de dados as variáveis significativas são: o alcance, a potência e a velocidade do sinal, a dimensão da placa e a quantidade de dados transferidos. Já para a parte mecânica do invólucro foram levantadas as seguintes características: o peso e a dimensão do invólucro, a escolha do material a ser utilizado, a espessura de cada face e a maneira de fixação do corpo no local de uso.

Com as características levantadas, algumas relações foram elaboradas: quanto maior o alcance do sinal, maior deverá ser a potência necessária para que os dados cheguem ao seu destino; e quanto maior a potência, maior será a dimensão da placa e dos componentes tendo influência também sobre o peso e a dimensão mecânica. A velocidade depende diretamente da quantidade de dados que serão transmitidos.

A escolha do material do invólucro tem grande importância para que a comunicação possa ocorrer, pois caso o material escolhido tenha características que impeçam as ondas de RF de passarem corretamente, isso comprometerá o bom funcionamento do dispositivo.

A dimensão do corpo é importante para definir sua fixação e o peso do produto. A espessura de cada face é relacionada diretamente com o peso, pois se a espessura for corpulenta, o peso vai aumentar. O tipo de material utilizado implica em aguentar certos choques mecânicos e também conseguir estar firme o bastante para deixar o corpo do involucro forte. A escolha do material envolve a espessura e o peso do produto. Já o peso é produto de variáveis como dimensão, espessura e material. A fixação do invólucro na trave do gol depende diretamente do seu peso, ou seja, quanto maior for o peso, maior precisa ser a força de fixação.

IV. RESULTADO E DISCUSSÃO

Com as variáveis de cada parte levantadas, formou-se um critério de relevância baseada na revisão bibliográfica e discussão entre áreas multidisciplinares. O resultado do relacionamento dessas variáveis se encontra na matriz, conforme demonstrada na Figura 5.

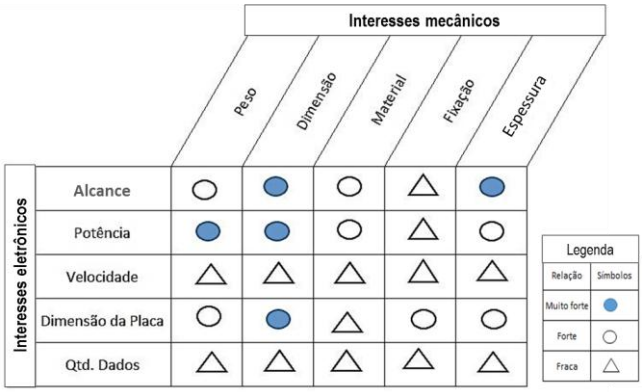


Figura 5 – Matriz de relacionamento envolvendo as variáveis do projeto. (AUTORES, 2014)

Além das variáveis importantes para cada parte, há aquelas que influenciam ambas as áreas. As varáveis significativas levantadas como muito fortes para a parte da comunicação de dados e da parte mecânica foram:

a) Dimensão da Placa

A dimensão da placa interfere no tamanho e consequentemente no peso do corpo.

b) Espessura

A espessura do produto influencia na potência da comunicação. Ou seja quanto mais grossa for cada face do invólucro, mais difícil fica a transmissão de comunicação. E se a potência da comunicação for diminuida ou aumentada, consequentemente implica no tamanho da placa.

c) Material

O tipo de material é de suma importância para a parte da comunicação no sentido de interferir no seu alcance. Se o produto for feito de metal, nenhum sinal será receptado ou transmitido.

d) Dimensão

Sendo o alcance dependente do tamanho da placa, se houver a necessidade de aumentar o alcance de transmissão, consequentemente a dimensão do protótipo também aumentará.

e) Alcance de transmissão

Como explicado anteriormente, o alcance de transmissão depende do tipo de material e da dimensão da placa.

A quantidade de dados de transmissão e a velocidade são variáveis relevantes, que estão relacionadas com a potência de comunicação. Assim como, a fixação do dispositivo está mais relacionada com o material escolhido para o invólucro. Portanto, as variáveis identificadas como relacionamento "fraco", têm influência indireta entre as

áreas multidisciplinares, e apresentam valores significativos na avaliação do projeto final do dispositivo.

V. CONCLUSÃO

Como resultado deste artigo foram obtidas as variáveis e suas relações, atingindo assim o objetivo. As variáveis definidas de alcance, dimensão da placa, tipo de material e espessura, possibilita um diálogo mais intenso entre a parte da mecânica do invólucro e da eletrônica de comunicação de dados, que estrutura os requisitos do dispositivo.

As relações levantadas foram: alcance e dimensão, alcance e espessura, potência e peso, potência e dimensão, e finalmente dimensão da placa e dimensão do involucro. As relações abordadas foram obtidas da revisão bibliográfica, do levantamento das variáveis e da discussão.

Após o refinamento na fase do Projeto Conceitual, as próximas etapas da pesquisa para desenvolvimento do dispositivo orientado para TA, será o Projeto Detalhado e o Projeto Preliminar para confecção do protótipo virtual e físico por meio da prototipagem rápida.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro. E, agradecem também pelas contribuições e apoio a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) Associação Esportiva dos Deficientes do Paraná (AEDV).

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMPUDIA, Rafael. Pessoa com deficiência. In. **Revista Escola Abril**. Disponível em <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/deficiencia-visual-inclusao-636416.shtml>. Acesso em 24/10/2014.

ASSISTIVA. Tecnologia Assistiva. Disponível em <http://www.assistiva.com.br/> Acesso em 24/10/2014

BACK, Nelson. OGLIARI, André. DIAS, Acires. SILVA, Jonny. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem.** Barueri, SP: Manole, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 6.949 de 25 de agosto de 2009.** Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm>. Acesso em 24/10/2014.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. Brasília: CORDE, 2009.

CASAROTTO FILHO, N.; FÁVERO, J. S.; CASTRO, J. E. E. **Gerência de projetos, engenharia simultânea**: organização, planejamento programação, pert, cpmpert, custo, controle direção. São Paulo: Atlas, 1999.

CBDV. Futebol de 5. Disponível em: < http://www.cbdv.org.br/pagina/futebol-de-5> - Acesso em 24/10/2014

CHAN, I. **Benefícios do esporte**. Editora Abril. Disponível em:<http://educarparacrescer.abril.com.br/comportamento/beneficios-esporte-773372.shtml>. Acesso em 28/10/2014.

CHOUERI JR; S. CRUZ, E.C.A. **Eletrônica aplicada**. 2.ed.São Paulo: Editora Érica, 2008.

FISIOVITAL. Disponível em: <http://fisiovital.com.br/loja/index.php/produtos/motor/cortar.html>. Acesso em 28/10/2014.

FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2007.

GORNI, Antonio Augusto. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. In. Plástico Industrial, 2001 - p. 230-239. Disponível em: < http://www.gorni.eng.br/protrap.html>. Acesso em 25/10/2014.

HALEY, Connie K.; JACOBSEN, Lynne A.; ROBKIN, Shai. **Radio frequency identification handbook for librarians**. Westport, Conn.: Libraries, 2007.

HICKMAN, Ian. **Practical Radio-Frequency Handbook**. 3.ed.Great Britain: Reed Elsevier, 2002.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** 2 ed. revi. e ampli. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION - IAE. **What is ergonomics?** Disponível em <http://www.iea.cc/whats/index.html>. Acesso em 25/10/2014.

LUDWIG, Reinhold; BOGDANOV, Gene. **RF circuit design: theory and applications**. 2nd ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.

MELLO, C. H. P; SILVA, C. E. S; COSTA, S. C. **Comparação de três diferentes tecnologias de prototipagem rápida em relação a critérios de custo e tempo.** ENEGEP, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR490328_7839.pdf> Acesso em 25/10/2014

OKUMURA, M.L.M.; CANCIGLIERI JUNIOR, O. O Desenvolvimento de Produto envolvendo a Tecnologia Assistiva por meio de estudo de caso múltiplo. In. **9º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos – CBGDP,** Natal (RN), 2013**.**

OKUMURA, M.L.M.; CANCIGLIERI JUNIOR, O. SOUZA, T.M.; YOUNG, R.I.M. Integration Definition Methods to Support Product Design for Assistive Technology. **In. Advanced Materials Research,** v. 945-949 (2014), p. 434-437. Switzerland: TTP, 2014.

OKUMURA, M.L.M.; CANCIGLIERI JUNIOR, O. **Engenharia Simultânea e Desenvolvimento Integrado de Produto Inclusivo**: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos orientados para Tecnologia Assistiva – proposta de Framework Conceitual. Saarbrücken, (Germany): OmniScriptum GmbH & Co. KG (NEA), 2014.

ISSN 1809-3957

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇOES UNIDAS – ONU. Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Nova York, 2007.

PEDRINELLI, André. Esporte para deficientes. Disponível em : <http://www.minhavida.com.br/fitness/materias/1215-os-beneficios-do-esporte-para-deficientes-fisicos>. Acesso em 24/10/2014.

PINHEIRO, Gil. **Circuitos de Comunicação**. UERJ-FEN-DETEL. Disponível em: <http://www.lee.eng.uerj.br/~gil/circom/Introducao%20aos%20Circuitos%20de%20RF.pdf >. Acesso em: 2/5/2014.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.; AMARAL, D.; TOLEDO, J.; SILVA, S.; ALLIPRANDINI, D.; SCALICE, R.; **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SMITH, P.R. The historical roots of concurrent engineering fundamentals. In. **IEEE Transaction on Engineering Management**, v.44, n.1, 1997.

URECE. **Futebol para cegos**. Disponível em < http://urece.org.br/site/esportes/futebol-para-cegos/> - Acesso em 24/10/2014.

VOLPATO, N.; AHRENS, C.H.; FERREIRA, C.V; PETRUSCH, G.; CARVALHO, J.; SANTOS, J.R.L.; SILVA, J.V.L. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações.** São Paulo: Blücher, 2007.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

O RECURSO DO SOM NO PROJETO INFORMACIONAL ORIENTADO PARA PRODUTOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA

MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA[1,1]; OSIRIS CANCIGLIERI JUNIOR[1,2]
PAULO RICARDO ROSS[2,3]; LUIS FELIPE MARINHO PINEL[1,4];

1 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ;
2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
1 - lucia.miyake@pucpr.br; 2 - osiris.canciglieri@pucpr.br;
3 - profpauloross@gmail.com; 4- lipepinel@hotmail.com

Resumo** - Este artigo apresenta a fase do Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP) orientado para Tecnologia Assistiva, abordando os recursos do som e as influências nas relações sociais do usuário. Os produtos da Tecnologia Assistiva (TA) abrem a possibilidade dos usuários de realizar alguma atividade, que se ampliam para sua autonomia e desenvolvimento. Deste modo, para constituir um produto inclusivo, o projeto no PDIP compreende os aspectos físicos e funcionais, que atendem o maior número de usuários e leva em consideração os fatores de ambiente, cultura e a relação social no requisito do produto. Assim, o objetivo desse estudo é investigar e analisar as relações do produto da TA com o usuário, como parte de sua extensão, para alcançar as relações sociais. A metodologia da pesquisa é aplicada, de natureza exploratória, que se inicia com a revisão bibliográfica. Na sequência, investiga e analisa os produtos da TA, que utilizam os recursos de som, quanto o modo de uso, a propagação e recepção, de tal forma que constitua a potencialização das capacidades humanas, alargando o alcance dos sentidos, a força, o poder de apreensão ou a habilidade do usuário. Ao final, discutem-se os resultados obtidos e uma reflexão dos produtos inclusivos na fase do Projeto Informacional para constituir o conceito no PDIP.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto. Tecnologia Assistiva. Projeto Informacional. Produto Inclusivo. Recursos do som.

I. INTRODUÇÃO

O Projeto Informacional no Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDIP) é a fase relevante, que investiga as necessidades do mercado e as exigências dos clientes para identificar os requisitos do produto. Assim, envolve-se a participação de equipe multidisciplinar, que buscam soluções no projeto com menor custo e em tempo reduzido para o lançamento. Em vista do PDIP orientado para Tecnologia Assistiva (TA), o projeto desdobra-se para produto inclusivo, que procura atender o maior número de usuários, auxiliando-os para executar uma tarefa com segurança e conforto (OKUMURA, 2012).

Os produtos da TA possibilitam aos seus usuários com limitação física ou sensorial executar alguma atividade e, por conseguinte, ampliam-se para autonomia e desenvolvimento do usuário, ou seja, sem este apoio não haveria condições do usuário realizar a atividade com independência.

Deste modo, para constituir um produto inclusivo, o projeto no PDIP compreende os aspectos físicos e funcionais, levando em consideração os fatores de ambiente, cultura e a relação social no requisito do produto. Assim, o objetivo desta pesquisa é explorar, na fase de projeto informacional, as características e configuração de som encontrados nos produtos da TA, analisando as relações do produto com o usuário, como parte de sua extensão, e que pode influenciar nas suas relações sociais.

A metodologia da pesquisa é aplicada, de natureza exploratória, que se inicia com a revisão bibliográfica. Na sequência, investiga e analisa os produtos da TA, que utilizam os recursos de som, quanto o modo de uso, a propagação e recepção do som. A coleta de dados foi realizada nas redes sociais e sites da internet, e em visitas às instituições que tem relacionamento com pessoas com deficiência. Ao final, discutem-se os resultados obtidos e uma reflexão dos produtos inclusivos na fase do Projeto Informacional para constituir o conceito no PDIP.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Tecnologia Assistiva

Conforme Brasil (2009), o Comitê de Ajudas Técnicas, a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência e a Secretaria Especial de Direitos Humanos definiram a conceituação de Tecnologia Assistiva (TA), que "é uma área do conhecimento, [...] que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência (PcD), incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social". Nestes termos, Okumura e Canciglieri Junior (2014) mencionam que dentro dos fatores humanos e as limitações da pessoa com necessidades específicas, os produtos orientados para TA "traduzem as necessidades de apoio, os quais não podem ser vistas de forma generalizadas, sendo o produto orientado para moldar-se ou adaptar-se adequadamente para o uso do usuário, não

ISSN 1809-3957

concebendo a ordem inversa do ser humano se adaptar ao produto".

Brasil (2009) especifica que a TA é desdobramento da aplicação de avanços tecnológicos constituída de profissionais de várias áreas do conhecimento, que se interagem para restaurar a função humana através da pesquisa, fabricação, uso de equipamentos, recursos ou estratégias utilizadas para potencializar as habilidades funcionais das pessoas com deficiência. Assim, o uso de recursos da TA compreende todas as ações de desempenho humano, desde as tarefas básicas de autocuidado até o desempenho de atividades profissionais.

Conforme Brasil (2012), as categorias dos produtos da TA são classificadas na área macro a seguir:

1: Auxílios para a vida diária e vida prática: materiais e produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras ou facilitam o cuidado de pessoas em situação de dependência de auxílio, nas atividades;

2: Comunicação Aumentativa e/ou Alternativa – CAA: recursos destinados à ampliação de habilidades de comunicação. Dispositivos para ajudar a pessoa a receber, enviar, produzir e/ ou processar informações em diferentes formatos;

3: Recursos de acessibilidade ao computador: conjunto de hardware e software: especialmente idealizado para tornar o computador acessível a pessoas com privações sensoriais, intelectuais e motoras;

4: Sistemas de controle de ambiente: com uso de um controle remoto, as pessoas com limitações motoras podem ligar, desligar e ajustar a configuração dos aparelhos eletroeletrônicos;

5: Projetos arquitetônicos para acessibilidade: projetos de edificação e urbanismo que garantam acesso, funcionalidade e mobilidade a todas as pessoas;

6: Órteses e próteses: as órteses são colocadas junto a um segmento do corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função. As próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo;

7: Adequação Postural: projetos de adequação postural são compostos pela seleção de recursos que garantam posturas alinhadas, estáveis, confortáveis e com boa distribuição do peso corporal;

8: Auxílios de mobilidade: equipamento ou estratégia utilizada na melhoria e autonomia da mobilidade pessoal;

9: Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas.

10: Auxílios para ampliação da habilidade auditiva e para autonomia na comunicação de pessoas com déficit auditivo, surdez e surdo-cegueira.

11: Adaptações em veículos: acessórios e adaptações que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel ou ser deslocado por meio dele;

12: Esporte e lazer: recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer.

2. O Som e o Processo de Audição no homem

O som define-se como uma variação de pressão muito rápida, que se propaga em um meio, em forma de onda. Esta variação de pressão é captada geralmente pelo ouvido humano, que é capaz de notar um som de intensidade sonora de até 120 dB (decibéis), para um tom de 1000 Hz (Hertz). Um som é caracterizado por quatro variáveis: intensidade, frequência, duração e timbre. A intensidade sonora é denominada como a potência de som por unidade de área. A frequência é o número de vibrações da onda por unidade de tempo. Dentro da frequência, é possível caracterizar o som de duas maneiras: sons graves e sons agudos. A duração é o tempo que dura à vibração sonora. O timbre é uma propriedade intrínseca do som, que permite distinguir uma fonte sonora de outra, apesar de essas estarem em uma mesma intensidade e frequência.

Aliados às características do som, existem fatores que facilitam sua interpretação e captação, que são:

a) **Lateralização**: é o termo utilizado para definir o processo de se localizar a fonte sonora no ambiente, se está à esquerda ou à direita, tendo a cabeça da pessoa como referencial. Para a realização dessa tarefa, o ser humano detecta intrinsicamente, a intensidade sonora do som em cada orelha, seu tempo de chegada, bem como sua fase (DIAS, 2008). O desenvolvimento da lateralidade auxilia a pessoa a diferenciar a diversidade de sons presentes no ambiente;

b) **Posição**: a percepção do som está diretamente relacionada com o posicionamento da fonte sonora e da distância que se encontra a pessoa receptora ou a fonte captadora do som. Para a maioria dos sons existentes, quanto maior a distância entre as duas fontes, menor será a capacidade de captação;

c) **Área livre ou bloqueada**: a qualidade da percepção do som também depende desse fator, pois, ambientes com obstáculos dificultam ou impedem as ondas sonoras passarem;

d) **Direcionamento**: é uma característica que indica o alcance da ampliação do som na direção do receptor. Segundo Mannis (2002), há uma clara percepção de que esse fator modifica a qualidade da percepção sonora da pessoa ouvinte, como ocorre a diferença de recepção do som entre falar com a cabeça erguida e abaixada com outra à sua frente.

e) **Tipo de som**: é uma característica de cada som (grave, agudo, alto, baixo). Um exemplo disso é um sistema de alerta de quando um carro está próximo de atingir um objeto. Segundo a pesquisa de Gerscovich e Biscainho (2008), os ouvintes tendem a estar por satisfeitos com a qualidade do sinal de fala, quando se consegue compreender a informação, no entanto, para sons do tipo musical, são exigidos aspectos estéticos.

O sistema auditivo humano é composto por duas partes: a periférica e a central. A periférica é responsável pela captação dessas diferenças de pressões e ruídos. A parte central é responsável por "traduzir" a mensagem obtida e enviá-la ao cérebro, de modo que ele irá interpretar e compreender o que está passando no ambiente (FRIZZO, 2004).

Para Bertoldi (2004), essa compreensão do que está acontecendo à sua volta é de extrema importância, pois a

ISSN 1809-3957

interação entre o ser humano com os sons do ambiente é fundamental para a locomoção e para a identificação dos obstáculos ao redor, fazendo com que se possa tomar uma atitude de maneira mais rápida. Nesse aspecto, o processo de audição complementa a função da visão humana para percepção do ambiente, ou torna-se essencial se tratar de pessoas com deficiência visual.

3. Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto

As metodologias empregadas para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PDIP) compreendem os projetos em ambientes de Engenharia Simultânea ou de equipes integradas, e recomenda-se a integração no planejamento, projeto, produção e nas fases do projeto correlacionadas (BACK *et al*., 2008; OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2013; PRASAD *et al*., 1998; SMITH, 1997).

Em vista de produtos orientados para Tecnologia Assistiva, Okumura e Canciglieri Junior (2013) mencionam a relevância de identificar e planejar a pesquisa e perfazer o delineamento do modelo de projeto, da qual se envolve uma equipe multidisciplinar para conduzir adequadamente o roteiro da pesquisa, visando um projeto com qualidade, menor custo com tempo de lançamento reduzido. Assim como, considera-se a flexibilidade no PDIP, que permite mudanças ou substituição das características ou definições do produto no projeto para acomodar diferentes usuários e formas de utilização (OKUMURA, 2012; OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014).

Neste aspecto, conforme Okumura e Canciglieri Junior (2013), o PDIP para TA visa em atender "as necessidades do usuário e privilegia o desempenho em sua tarefa, assim, o foco encontra-se no usuário do produto".

4. Projeto Informacional no PDIP

A fase do Projeto Informacional no PDIP tem a função de investigar e descrever as especificações de projeto do produto, identificando as necessidades do usuário que são desdobradas em requisitos do produto. Deste modo, o Projeto Informacional para produtos orientados para Tecnologia Assistiva consiste em abordar as ações realizadas pelo usuário com limitação física ou sensorial para executar uma tarefa e as características necessárias no produto para atender conforme a especificidade do usuário (OKUMURA, 2012; OKUMURA; CANCIGLIERI JUNIOR, 2014). Estas informações são definidas como requisitos de projeto de produto, considerando diferentes atributos: funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, estéticos e legais, entre outros (BACK *et al*., 2008; OKUMURA, 2012).

III. RECURSOS DE SOM E TECNOLOGIA ASSISTIVA

Os recursos de som utilizados nos produtos da TA foram investigados na fase do Projeto Informacional do PDIP, seguindo a classificação área macro de TA, definição ou denominação comercial e função do produto, e as características e objetivos do som empregado. Os produtos da TA explorados no estudo estão disponíveis e comercializados no mercado. Ressalta-se que esta pesquisa está vinculada ao projeto de produto orientado para TA para usuário com deficiência visual, assim, foram levantados os recursos de som com ênfase para PcD visual, a seguir:

1: Auxílios para a vida diária e vida prática:

- Balança Powerpack (2014) – Uma balança digital com voz, que mostra no visor a medição da massa do usuário e emite o resultado à pessoa por meio do som, na forma de fala. É um aparelho de TA orientado para pessoas com deficiência visual, que permite usar com autonomia. O som emitido do tipo de fala é pronunciada após aparecer a leitura da massa medida no visor da balança.

- Eletrodomésticos diversos (micro-ondas, máquina de lavar roupa) – os produtos emitem sons em forma de bipe ou músicas, que na maioria dos casos, avisam a finalização do processo no qual está submetido o aparelho. Estes produtos podem ser utilizados por pessoas com ou sem deficiência, no entanto, para pessoas com deficiência visual corresponde a um alerta, sem a necessidade de solicitar ajuda de outra pessoa para verificar se terminou a tarefa.

2: Comunicação Aumentativa e/ou Alternativa – CAA:

- Vocalizadores (BRASIL, 2012) – dispositivo com recurso eletrônico que faz gravação e reprodução digital. A função é auxiliar na comunicação das pessoas que tem dificuldade para falar, cujas mensagens sonoras são acessadas por teclas, conforme imagem ou palavras escolhidas, que correspondem ao conteúdo sonoro que foi gravado no formato de fala.

- Cadeira de rodas com alta tecnologia, são cadeiras especiais, geralmente, para pessoas com multideficiência, como o caso da cadeira de rodas de Stephen Hawkings (MENDONZA, 2014), por exemplo, que tem um computador de bordo, que envia informações biométricas ao cuidador, controlar o ambiente e o usuário consegue comunicar escolhendo palavras ou frases, que são enviadas a um sintetizador de voz, que codifica em som de voz, e transmite através de caixas de som localizadas na cadeira, conforme ilustrado na Figura 1. Equipamentos com CAA possibilita a comunicação da pessoa com dificuldade para falar, melhorando o seu relacionamento social.

Figura 1 – Cadeira de Rodas de Stephen Hawkings (Julião, 2014).

3: Recursos de acessibilidade ao computador

- Jaws (FREEDOM SCIENTIFIC, 2014) – é um software leitor de tela, que fala o que está escrito na tela do computador ao usuário. Esse software permite ao usuário utilizar o computador, sem a necessidade de interferência de uma pessoa externa. Esse produto amplia a autonomia da pessoa com deficiência e também, abre a possibilidade de

ISSN 1809-3957

inclusão digital e social. O tipo de som é a fala, tal qual, o software diz o que tem na tela do computador ou informa a tecla acionada pelo usuário.

- Motrix (INTERVOX, 2014) – é um software de reconhecimento de voz. O som da fala do usuário é captado por um microfone conectado ao computador, e esse codifica em texto o que foi falado. É um recurso que auxilia no processo de inclusão digital, além de facilitar o acesso da pessoa com limitação física ou dificuldade para usar o teclado.

4: Sistemas de controle de ambiente

- Eletrodomésticos – o controle remoto é um dispositivo encontrado na grande maioria de eletrodomésticos. Possui um sistema onde consegue saber com facilidade se o aparelho está ligado ou desligado. Por exemplo: uma televisão geralmente emite um bipe ao ligar e outro, diferente, ao desligar. Assim como ocorre no ar-condicionado. Além disso, possibilita outros controles de configurar o uso do equipamento. Esses tipos de aparelhos possibilitam autonomia e independência ao usuário com dificuldade de mobilidade ou limitação para alcançar o equipamento. O tipo de som, nesse caso, é o bipe, que alerta o funcionamento do equipamento ao usuário.

5: Projetos arquitetônicos para acessibilidade

- Elevadores com acessibilidade são os elevadores diferenciados, que além de executarem a tarefa de transportar pessoas nos andares diferentes de um prédio, executam o apoio para pessoas com deficiência. Neste caso, a TA se encontra no painel de acionar o andar identificado em Braille. Além disso, possuem um sistema sonoro que avisa em qual andar o elevador parou, e emite um bipe para alertar a chegada do elevador. Esse produto auxilia o usuário com deficiência visual na autonomia para escolher o andar de destino. O tipo de som utilizado, nesse caso, é a fala e o bipe, para que o usuário perceber o andar que se encontra ou o aviso da chegada para o usuário entrar no elevador.

6: Órteses e próteses

- Fita magnética – funciona como um gravador de som, em que é possível ser feita a reprodução do que foi gravado diversas vezes. As ondas elétricas sonoras possuem amplitudes variadas e determinada periodicidade, assim, essas propriedades são captadas pelas fitas metálicas e são retidas ali, fazendo com que essas características únicas de cada onda não se percam e possam ser analisadas depois. Esse dispositivo pode ajudar como um lembrete instantâneo para qualquer pessoa. O som é do tipo fala, pois é um gravador de voz.

7: Adequação Postural:

- Nessa categoria, a cadeira de rodas tem a função de acomodar o usuário com conforto e segurança, auxiliando durante a locomoção. Os usuários são pessoas com deficiência física e com dificuldade de mobilidade. Entre as cadeiras de rodas estão as que detectam as funções biométricas do corpo e comunica em casos de alterações, comentada na classificação de CAA.

8: Auxílios de mobilidade:

- GPS – Dispositivo que ajuda as pessoas com e sem deficiência a se localizar e locomover na direção do destino desejado. O GPS é um disponível universal, pois além de mostrar visualmente o mapa de como chegar ao local desejado, ele ainda emite falas de onde fazer curvas, em que sentido seguir e o momento de fazer, assim, por exemplo, auxilia tanto pessoas com deficiência auditiva quanto visual. O tipo de som nesse caso é a fala. Faz o papel de indicar o caminho a seguir. Esses aparelhos ajudam a pessoa com deficiência a se tornar independente, assim como melhorar seu senso de localização no ambiente.

9:Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas:

Figura 2- Bengala branca (Coxworth;Ryxhd123, 2010).

- Bengala longa – bengalas de apoio para pessoas com deficiência visual, conforme ilustrado na Figura 2. Seu processo de funcionamento é do usuário bater a bengala no chão para perceber o próximo passo dele, e observar se tem algum obstáculo durante a sua locomoção. Essa percepção está no som da batida da bengala (percebida conforme o som emitido na batida em materiais diferentes), assim ocorre a percepção da lateralização do usuário, que consegue perceber o contato entre a bengala e o obstáculo.

- Relógio e aparelho celular – utiliza-se a fala e o bipe, conforme a configuração disponível no aparelho.

- Audiodescrição – recurso que descreve a imagem pelo locutor do programa, como teatro, palestra e filmes, assim o tipo de som é a fala.

- Semáforo com sinalizador de som – emite som de alerta enquanto pode-se fazer a travessia de rua.

Nessa categoria se encaixam produtos já citados e especificados anteriormente, como os softwares Jaws e Motrix, e o GPS.

10: Auxílios para ampliação da habilidade auditiva e para autonomia na comunicação de pessoas com déficit auditivo, surdez e surdo-cegueira

- Não se aplica dispositivos com som nessa categoria, já que esta área destina-se para pessoas com deficiência auditiva. Entretanto, os surdos percebem o som e ritmo da música, através da vibração, que é causado com volume alto, os quais são percebidos inclusive nos objetos à sua volta, assim, conseguindo participar de atividades como a dança.

11: Adaptações em veículos:

- Sistema de som em transporte coletivo – um sistema que informa, através da fala qual a próxima estação de parada, além de alertar aos usuários o cuidado que se deve tomar dentro do transporte coletivo. Esse sistema faz com que a pessoa com deficiência visual tenha independência para se locomover livremente, contribuindo no seu direito de cidadania para se deslocar na área urbana. O tipo de som utilizado é a fala gravada.

ISSN 1809-3957

12: Esporte e Lazer:

- Bola com guizos é um instrumento utilizado para o esporte de pessoas com deficiência visual. O som que a bola emite permite o jogador localizar a bola. O som é emitido nas situações da bola rolar no chão ou receber um chute quicado pelo jogador. Os sons emitidos são dos guizos que estão na parte interna da bola ao bater no chão.

- Brinquedos com estrutura eletrônica, como carros, espadas e autoramas. Estes brinquedos tem o tipo de som com música, bipe e pela fala, que permite crianças com deficiência visual participar do jogo em grupo ou brincar.

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os produtos da TA que utilizam os recursos de som podem estar classificados em mais de uma área macro na categoria por Brasil (2012), como os casos a seguir:

a) Cadeira de rodas com alta tecnologia: auxílio de mobilidade, recursos de computador, controle de ambiente e adequação postural;
b) Software Jaws e Motrix: recursos de computador e auxílio para PcD visual;
c) Eletrodomésticos: auxílio na vida diária, auxílio para PcD visual;
d) Bola com guizos: esporte e auxílio para PcD visual.

Em termos de universalidade, existem produtos da TA que receberam adaptação de recursos do som para promover acessibilidade, assim, podendo ser utilizados por pessoas com e sem deficiência como os casos de transporte coletivo, elevador e GPS.

Os tipos de som como bipe ou música são utilizados, na maioria de casos, para alertar alguma situação e estão presentes na maioria de eletrodomésticos que orientam tanto pessoas com de sem deficiência.

Observou-se que nos produtos de uso próximo, o volume máximo tem alcance baixo, como o caso da balança, aparelho celular e relógio. Já nos eletrodomésticos, o som é mais alto e configuração fixa, podendo ser notado ao lado do ambiente que se encontra, como a máquina de lavar e micro-ondas. Nos computadores e aparelho celular, o som pode ser configurado ou utilizar caixa de som para ampliação. Quanto os produtos utilizados em meio público, o volume é alto suficiente para abranger os usuários que estão a sua volta, como o transporte coletivo e semáforos com sinalizador de som.

Entre os produtos que o usuário utiliza o recurso de som existem desde uma simples bengala longa até com altas tecnologias, como a cadeira de rodas computadorizada. Assim, nem sempre os produtos com alta tecnologia estão ao alcance da maioria dos usuários devido alto valor de custo, como o caso de aparelhos celulares, que possuem melhores recursos de acessibilidade.

Em termos de avisos ou sinalizador para PcD visual, os recursos de som tem mais rápida percepção do que codificados no Sistema Braille, pois o usuário teria que localizar a notificação e conhecer a leitura em Braille. O Braille nem sempre atendem todas as PcD visual, como o caso de pessoas com baixa visão, que são a maioria com limitação visual na população e utilizam outros recursos de escritas como letras ampliadas e em cores escuras.

O recurso de som nos softwares de leitores de telas no computador é uma TA que abre o acesso das PcD visual para inclusão digital, no entanto, a perspectiva de ter relações sociais são alcançadas somente quando o usuário estiver utilizando como ferramenta para interagir com o seu meio, assim, não bastaria dominar somente o software de apoio ou manusear o dispositivo. Deste modo, os recursos de TA estão orientados conforme a especifidade do usuário e aplicados nas diferentes situações de uso, os quais se encontram como instrumentos de mediação para o desenvolvimento do indivíduo, que desdobram para quebrar as barreiras de inclusão social, cultural, educacional e profissional.

V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E UMA REFLEXÃO DOS PRODUTOS INCLUSIVOS

Os recursos de som são elementos que acrescentados ou adaptados nos produtos contribuem na acessibilidade para PcD, em especial, às pessoas com deficiência visual.

O Projeto Informacional no PDIP orientado para TA concentra-se principalmente no usuário da TA, quanto as suas experiências e na forma de usar os produtos existentes no mercado. Além disso, os requisitos destes produtos são alcançados pelos aspectos físicos e funcionais, e principalmente, somados aos fatores sociais e culturais. Assim, o dispositivo de apoio é apropriado de maneira singular pelo sujeito, ocupando um lugar simbólico, uma função específica. O modo como é percebido vai determinar o uso e o valor agregado na vida de cada pessoa, assim como, o meio que se encontra para utilizar, seja no âmbito educacional, profissional ou lazer.

Deste modo, o produto orientado para TA tem objetivos e característica universal para serem delineados no projeto.

A funcionalidade do produto da TA com o usuário, como parte de sua extensão, realiza a tarefa e, também tem alcance nas relações sociais. Por isso, não é suficiente descrevê-lo somente a partir das propriedades, funcionalidades, riscos, benefícios, constituição. Na relação com novos produtos, há necessidade de atrair o usuário para que ele consiga desenvolver habilidades no uso, que são aprendidas durante os primeiros contatos. Neste período de aprendizagem inicial de uso, ressalta-se a participação do profissional especializado em serviços de TA, que pode auxiliar desde a escolha do dispositivo, na configuração ou montagem específica, e no treinamento exclusivo do usuário. Assim, conforme a definição de TA, além da função de apoio, o uso do produto promove a autonomia e desenvolvimento da pessoa pela funcionalidade, utilidade e realização de atividade, os quais levam considerações nos fatores de usabilidade, ergonomia do produto e o design aplicado na estética, que atribuem influências atrativas ao usuário.

A investigação dos recursos de som nos produtos da TA trouxe aspectos de apoio ao usuário e os desdobramentos nas características, que levam para independência e desenvolvimento do sujeito ao estender para dimensões sociais, conquistas de um status, uma nova aparência, novas expectativas, uma nova estrutura, ou uma nova função, concentrando-se na formação e comportamento do indivíduo.

Deste modo, destaca-se no Projeto Informacional do PDIP, o produto de TA com recursos de som, que amplia a

ISSN 1809-3957

função de propagação e recepção, potencializando a capacidade humana no sentido auditivo, lateralidade, e alargando também, a forma de apreensão e habilidade do usuário, cujos dados alimentam os requisitos do produto e a próxima fase do PDIP, o Projeto Conceitual, que é a continuação futura desta pesquisa.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro. Agradecem também pelas contribuições e apoio das Instituições: Associação Esportiva dos Deficientes do Paraná (AEDV) e o Centro de Informática para Deficientes Visuais Prof. Hermann Gorgen, em especial, a diretora Sra. Ivete Terezinha Mion Bodaczny, pela recepção na escola e apoio ao grupo de pesquisa de Produtos Orientados para Tecnologia Assistiva – POTA do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS-PUC).

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem.** Barueri (SP): Manole, 2008.

BERTOLDI, E. **Sistema anti-colisão de alerta ao motorista com o uso de estímulo auditivo e háptico**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRASIL. **Portaria Interministerial MF/MCTI/SDH nº. 362, de 24 de outubro de 2012.** Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, Comitê de Ajudas Técnicas. MF/MCTI/SDH:Brasília, 2012.

BRASIL. **Tecnologia Assistiva**. Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Brasília: SEDH, 2009.

COXWORTH, B.; RYXHD123. Developing a 'smart cane' for the blind. In. **Gizmag**, 4 Out. 2010. Disponível em <http://www.gizmag.com/smart-cane-uses-laser-range-finder/16562/>. Acessado em: 12 Out. 2014.

DIAS, T.L.L. Habilidade de localização e lateralização sonora em deficientes visuais. **Revista Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**. São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rsbf/v13n4/a09v13n4.pdf. Acesso em: 07 nov. 2014.

FREEDOM SCIENTIFIC. Blindness solutions: Jaws. Disponível em: <http://www.freedomscientific.com/Products/Blindness/JAWS>. Acessado em 14 Out. 2014.

FRIZZO, A.C.F. **Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência**: Estudo para diferentes níveis de intensidade sonora com estímulo tone-burst em crianças de 10 a 13 anos de idade, 2004. Dissertação de mestrado – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2004.

GERSCOVICH, D.S.; BISCAINHO, L.W.P. Avaliação Subjetiva de Qualidade de Áudio: Fala vs. Música. **6º** Anais do XXXII International Sodebras Congress **Congresso e 12ª Convenção Nacional da AES Brasil**, São Paulo, 5 a 7 de Abril de 2008.

INTERVOX. **Projeto Motrix**. Núcleo de Computação Eletrônica – NCE, Universidade Federal de Rio de Janeiro. Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/motrix/>. Acessado em 14 Out.2014.

JULIÃO, A. Procura-se um técnico para a cadeira do gênio: O físico Stephen Hawking está contratando um assistente para aprimorar a sua supercadeira de rodas. In. **Istoé, Tecnologia & Meio Ambiente,** ed. 2200, 06 Jan.2012. Disponível em: < http://www.istoe.com.br/reportagens/185612_PROCURA+SE+UM+TECNICO+PARA+A+CADEIRA+DO+GENIO>. Acessado em 18 Out. 2014.

MANNIS, J.A. **Intérprete do som**: bases interdisciplinares da performance eletroacústica – Tomada e projeção do som. Primeiro Seminário Brasileiro de Engenharia de Áudio. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <http://sussurro.musica.ufrj.br/klmno/m/mannisjosea/imagens/InterpreteDoSom.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2014.

MENDONZA, M. Intel, Stephen Hawking showcase Connected Wheelchair Project. In. **Tech Times**, Set.2014. Disponível em: <http://www.techtimes.com/articles/15367/20140911/intel-stephen-hawking-showcase-connected-wheelchair-project.htm>. Acesso em 14 Out. 2014.

OKUMURA, M.L.M. **A Engenharia Simultânea aplicada no desenvolvimento de produtos inclusivos**: uma proposta de framework conceitual. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2012.

OKUMURA, M.L.M.; CANCIGLIERI JR., O. **Engenharia Simultânea e Desenvolvimento Integrado de produto inclusivo**: Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos Orientados para Tecnologia Assistiva. Deutschland/Niemcy: NEA-OmniScritum GmbH, 2014.

OKUMURA, M.L.M.; CANCIGLIERI JUNIOR, O. O Desenvolvimento de Produto envolvendo a Tecnologia Assistiva por meio de estudo de caso múltiplo. **Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**, Setembro 2013.

POWERPACK. **Balança digital com voz**. Disponível em: < http://www.powerpack.to/home6/produtos.php?cat=43>. Acessado em 14 Out. 2014.

PRASAD, B.;WANG, F.;DENG, J. A concurrent worflow management process for integrad product development. **Journal of Engineering Design**. v.9,n.2, 1998, p.121-135.

SMITH, R.P. The Historical roots of concurrent engineering fundamentals. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.44, n.1, 1997, p.67-78.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014

CLC: UM CÓDIGO DE DETECÇÃO E CORREÇÃO DE FALHAS PARA SISTEMAS EMBARCADOS EM APLICAÇÕES CRÍTICAS

FELIPE GASPAR ALAN E SILVA[1]; HELANO DE SOUSA CASTRO[2]

[1, 2] Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (LESC), UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

[1] gaspar@lesc.ufc.br; [2] helano@lesc.ufc.br

Resumo- O grande uso de dispositivos eletrônicos, sobretudo em aplicações críticas, pode deixar vulneráveis as aplicações em que eles são usados no caso de falhas nos dispositivos. Em aplicações sujeitas a radiação, como na área espacial (AE), ela pode provocar falhas catastróficas, pois pode mudar o conteúdo da memória do sistema computacional. Este artigo descreve a concepção, desenvolvimento, implementação, teste e avaliação de um novo algoritmo, denominado CLC, para detecção e correção de erros em memórias e comunicação digital. As taxas de correção e detecção do CLC foram comparadas com o código Reed-Muller (2,5); além disso, os decodificadores do CLC e do Reed-Muller (2,5), escritos em Verilog, foram sintetizados para uma FPGA Xilinx Spartan 3E e os resultados foram comparados. Os resultados mostraram que o código CLC tem menor consumo de área e tempo de resposta que o código Reed-Muller (2,5), apesar de tanto ele quanto o CLC serem códigos Triple Error Correction (TEC). Devido às suas características, o CLC se torna bastante atrativo para uso na AE, onde existe presença de falhas por radiação.

I. INTRODUÇÃO

Os recentes avanços em Microeletrônica têm favorecido o surgimento de circuitos integrados de alto desempenho, que são caracterizados por altas frequências de operação e baixos níveis de voltagem, o que torna pequenos ruídos uma questão crítica, na medida em que podem provocar falhas [15]. Grande parte dos dispositivos eletrônicos comerciais é inapropriada para operar em ambientes hostis, e muitas dessas falhas podem decorrer em virtude deles operarem em ambientes expostos a radiação oriunda de partículas com alta energia, como partículas alpha e nêutrons [3].

Muitas memórias em uso em sistemas embarcados são sensíveis a falhas transientes no hardware, e essas falhas podem ocasionar graves acidentes, sobretudo quando são usadas em aplicações críticas, tal como em aplicações espaciais. De fato, falhas por radiação nas memórias desses sistemas podem mudar o seu conteúdo, e os erros provocados por essas falhas podem se disseminar no sistema provando uma falha catastrófica. Dois tipos de erros gerados por radiação que afetam memórias podem ser citados: Single Event Upset (SEU) [2] e Multiple Event Upset (MEU) [6].

Códigos corretores de erros (CCE) são normalmente usados para lidar com esse problema [3], [5], e seu uso ajuda a manter as memórias protegidas dessas eventuais falhas. Um código muito usado nessas situações é o chamado código de Hamming, que por sua eficiência e simplicidade é usado na recuperação de SEUs [13]. No entanto, o crescente nível de integração dos circuitos promovido pelos avanços na Microeletrônica tem favorecido a um igual crescimento na ocorrência de múltiplos erros, o que tem exigido CCEs mais robustos.

O crescente aumento no nível de integração em circuitos integrados tem consequências graves em aplicações onde os sistemas computacionais estão sujeitos a radiação como fonte de erros em memórias. Nesse caso, a incidência de radiação pode afetar mais de uma célula simultaneamente devido à proximidade das células, resultando na ocorrência de múltiplos erros, ou MEUs. Como resultado, a utilização do código de Hamming pode não ser mais suficiente para preservar a informação armazenada na memória. Desta forma, torna-se necessário a utilização de códigos mais eficientes para a proteção da memória e/ou canal de comunicação digital.

Um dos códigos que pode ser usado para lidar com MEUs é o Matrix [9],[1]. Esse código corretor de erro consegue corrigir duas falhas em uma palavra de 32 bits, e possui uma lógica mais elaborada que o código de Hamming. Embora o código Matrix seja uma alternativa interessante para a solução de MEUs [14], ele ainda deixa a desejar na eficiência de correção, quando comparado a códigos mais robustos.

O CCE denominado Reed-Muller é um código de complexidade bem maior, além de ser mais robusto que o código Matrix. Embora o Reed-Muller possua grande eficiência na solução de MEUs, podendo resolver três ou mais falhas dependendo do formato do código, ele tem maior custo de área em sua implementação em silício, além de consumir mais potência e ter tempo de resposta maior que o código Matrix, o que representa um grande problema para seu uso em sistemas embarcados, como é caso de computadores de bordo (CB) de naves espaciais. O código Reed-Muller foi um dos primeiros códigos corretores de erro a ser utilizado em aplicações espaciais, tendo sido

ISSN 1809-3957

usado, em 1971, no CB da sonda espacial *Mariner 9,* enviada pela NASA para transmitir fotos de Marte[19].

Visando aliar eficiência e menor custo, os autores desenvolveram um CCE, denominado Column-Line-Code (CLC) [18] para a correção de múltiplas falhas em memórias, e sua utilização é baseada em Hamming estendido e paridade. O CLC pode ser usado tanto na proteção das informações armazenadas na memória, como na proteção das informações em um canal de comunicação.

No restante desse artigo, é apresentada a metodologia usada na concepção do CLC, seu algoritmo, o projeto do codificador e do decodificador, bem como as estratégias utilizadas para detecção e correção das palavras de memória. Além disso, são apresentados os padrões de erro que foram utilizados para verificar a eficácia do CLC em detecção e correção de erros, além da comparação dele com o código Reed-Muller, no processo detecção e correção. Por fim, uma análise das informações coletadas das sínteses dos decodificadores é realizada e gráficos comparativos de custo por cobertura de falhas foram gerados para o CLC e Reed-Muller (2,5).

II. TRABALHOS RELACIONADOS

O código de Hamming (7,4) é um código base para uma série de códigos corretores e detectores de erro. O CCE Hamming estendido é um código derivado do Hamming, e tem como foco a aplicação em sistemas que utilizam Single Error Correction-Double Error Detection (SEC-DED). As codificações de Hamming e de Hamming estendido são similares, diferindo no acréscimo de um bit nas palavras codificadas em Hamming estendido (8,4). O código de Hamming estendido também é base na criação de algoritmos Single Error Correction-Double Error Detection-Triple Adjacent Error Detection SEC-DED-TAED [11], em que as palavras são codificadas e ordenadas em uma matriz que permite detectar até três erros adjacentes na palavra código, pois a partir do bit de paridade gerado no Hamming estendido, é feita uma síndrome que detecta um erro.

A incidência de radiação em memorias S-RAM pode ocasionar erros em células adjacentes[3] [8]. Isso torna necessária a utilização de algoritmos de correção com cobertura maior que um erro, e portanto o código de Hamming (8,4) não é recomendado, já que, apesar de ser possível detectarmos dois erros, não poderemos corrigir a informação completamente.

O código Matrix tem os bits da palavra codificada organizados no formato similar ao de uma matriz [17]. Essa estrutura é composta por quatro linhas com as palavras de Hamming codificadas, e uma linha adicional com os bits de paridade das colunas que auxiliam na detecção dos erros nos bits adjacentes. Esse arranjo permite uma maior eficiência na detecção e na correção de erros adjacentes, sem comprometer o rendimento. Esse código tem foco na aplicação em sistemas sujeitos a DEC-DED (Double Error Correction – Double Error Detection)[6]. A decodificação do Matriz consiste na verificação das síndromes dos check bits e dos bits de paridade, de modo que, se as síndromes geradas retornarem valor nulo, ocorrerá reorganização dos bits que compunham a palavra original.

O código Reed-Muller é um código corretor de erro que é utilizado para corrigir MEUs em memórias SRAM [17]. O Reed-Muller é mais eficiente que o código Matrix em termos de correção e detecção; em contrapartida, o Reed-Muller é um código bem mais complexo tanto na codificação quanto na decodificação e, portanto, precisa de mais recursos do sistema em que ele está embarcado.

Os avanços na tecnologia de VLSI e na área de processamento digital de sinais têm tornado factível o uso de FPGAs (Field-Programmable Gate Array) em sistemas de processamento de informação e comunicação de dados. Uma FPGA é uma circuito reprogramável e reconfigurável que contribuiu decisivamente para os avanços do desenvolvimento de hardwares voltados para essas aplicações [16], e são normalmente programadas usando-se uma linguagem de descrição de hardware (do inglês, Hardware Design Language - HDL). Um código em HDL pode ser convertido, automaticamente, para uma descrição em hardware do circuito equivalente por intermédio de uma ferramenta de posicionamento e roteamento (do inglês, placement and routing) [16].

A ferramenta ISE 14.5 da empresa Xilinx possui um modulo utilizado para realizar operações de síntese lógica e síntese física, sendo utilizada em projetos de hardware complexos. Evidentemente que, quando usadas em aplicações criticas (por exemplo, aplicações espaciais), essas tecnologias têm que ser suportadas por técnicas de tolerância a falhas.

III. METODOLOGIA

O CLC é aplicado em uma informação de 16 bits, e tem sua palavra codificada composta por 40 bits, sendo uma palavra de 16 bits (*C*), oito bits de paridade (*P*), quatro bits de paridade de palavra (*Pa*), e 12 check bits (*CB*).

C_1	C_2	C_3	C_4	CB_1	CB_2	CB_3	Pa_1
C_5	C_6	C_7	C_8	CB_4	CB_5	CB_6	Pa_2
C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	CB_7	CB_8	CB_9	Pa_3
C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	CB_{10}	CB_{11}	CB_{12}	Pa_4
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8

Figura 1. Modelo da palavra codificada CLC.

O processo de codificação no código CLC começa com a divisão da palavra de 16 bits em quatro palavras menores de quatro bits. Essas palavras de quatro bits são codificadas em Hamming estendido, e os bits são realocados de acordo com a figura 1. Os *CB's* são calculados da seguinte forma:

$$CB_1 = C_2 \oplus C_3 \oplus C_4 \quad (3.1)$$
$$CB_2 = C_1 \oplus C_3 \oplus C_4 \quad (3.2)$$
$$CB_3 = C_1 \oplus C_2 \oplus C_4 \quad (3.3)$$

Como utilizamos Hamming estendido, as *Pa's* são calculadas fazendo operação XOR com todos os elementos da linha, ou seja:

ISSN 1809-3957

$Pa_1 = C_1 \oplus C_2 \oplus C_3 \oplus C_4 \oplus CB_1 \oplus CB_2 \oplus CB_3$ (3.4)
$Pa_2 = C_5 \oplus C_6 \oplus C_7 \oplus C_8 \oplus CB_4 \oplus CB_5 \oplus CB_6$ (3.5)
$Pa_3 = C_9 \oplus C_{10} \oplus C_{11} \oplus C_{12} \oplus CB_7 \oplus CB_8 \oplus CB_9$ (3.6)
$Pa_4 = C_{13} \oplus C_{14} \oplus C_{15} \oplus C_{16} \oplus CB_{10} \oplus CB_{11} \oplus CB_{12}$ (3.7)

Fazendo operações XOR com os elementos das colunas encontramos o valor das paridades das colunas, e assim obtemos:

$P_1 = C_1 \oplus C_5 \oplus C_9 \oplus C_{13}$ (3.8)
$P_2 = C_2 \oplus C_6 \oplus C_{10} \oplus C_{14}$ (3.9)
$P_3 = C_3 \oplus C_7 \oplus C_{11} \oplus C_{15}$ (3.10)
$P_4 = C_4 \oplus C_8 \oplus C_{12} \oplus C_{16}$ (3.11)
$P_5 = CB_1 \oplus CB_4 \oplus CB_7 \oplus CB_{10}$ (3.12)
$P_6 = CB_2 \oplus CB_5 \oplus CB_8 \oplus CB_{11}$ (3.13)
$P_7 = CB_3 \oplus CB_6 \oplus CB_9 \oplus CB_{12}$ (3.14)

O sistema de verificação do CLC consiste em checar cada linha e cada coluna, a partir da geração de síndromes de paridade (*SP*) e síndrome dos check bits (*SCB*). Para isso, devemos recalcular os *CBs* da palavra codificada formando novos *CBs*, que chamamos de *'CBs*. Em seguida, realizamos uma operação XOR com os *CBs* que foram calculados no inicio do processo, dessa forma a relação da SCB é:

$SCB = CB \oplus 'CB$ (3.15)

De forma similar, calculamos as *SP's*:

$SP = P \oplus 'P$ (3.16)

A detecção de erros na palavra codificada dá-se quando as síndromes geradas em linhas e colunas têm valores diferentes de zero. Além dessas síndromes, uma outra é gerada para casos onde temos três erros na palavra codificada; essa é a síndrome da paridade da palavra (*SPa*), onde o cálculo dela segue o mesmo principio das síndromes anteriores, ou seja:

$SPa = Pa \oplus 'Pa$ (3.17)

Para exemplificar o algoritmo, suponha o caso em que a palavra "1000100001111111" é armazenada na memória, ou transmitida em um canal de comunicação. Ao codificá-la, temos que seus check bits CB_1-CB_{12} serão iguais a "011011100111"; os bits de paridade P_1-P_8 serão "10000111", e os bits de paridade da palavra Pa_1-Pa_4 serão "1101".

Tabela I com a palavra codificada e salva na memória.

1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1

Supondo que durante a leitura da palavra codificada salva na memória (Tabela I) os bits C_1, C_2 e C_3 apresentem erros de forma que agora C_1 é igual a 0, C_2 a 1 e C_3 a 1. Calculando $'CB_1$-$'CB_{12}$ tem-se "011011100111", ao se calcular $'P_1$-$'P_8$ tem-se "01100110". Usando o algoritmo de verificação do CLC podemos não só detectar os três erros, mas também corrigi-los.

Para tanto é realizado o cálculo das síndromes de check bits e de paridade, de modo que o algoritmo possa ser usado para verificar a linha e a coluna que possuem os erros.

Calculando a *SCB* temos:

(011011100111)⊕(011011100111) = (000000000000) I

Fazendo a *SP* temos:

(10000111) ⊕ (01100111) = (11100000) II

Assim, com a aplicação do algoritmo, conclui-se que há três erros em alguma linha. No entanto, a *SCB* nos mostra um resultado inconclusivo, pois aparentemente todas as linhas estão corretas. Dessa forma, o algoritmo recorre a *SPa*, para saber se realmente houve modificação nas linhas. Para isso, calcula-se $'Pa_1$-$'Pa_4$, e temos "0101". Fazendo a *SPa* temos:

(1101) ⊕ (0101) = (1000) III

Com os resultados do cálculo das síndromes (I, II e III), pode-se concluir com o algoritmo do CLC, que na primeira linha, houveram três erros nos três primeiros bits da primeira linha da palavra codificada. Em seguida o algoritmo inverte os bits filtrados pelas síndromes, e a palavra codificada é decodificada.

A decodificação consiste em se usar os quatro primeiros bits, das quatro linhas que foram codificadas, e reagrupá-los para o formato original da palavra que foi transmitida ou armazenada (em memória) inicialmente.

IV. EXPERIMENTOS COM INJEÇÃO DE FALHAS

Para a realização dos testes e validação da técnica proposta neste artigo, utilizou-se a ferramenta VCS da empresa Synopsis.

Foi escrito um código em linguagem System Verilog para a inserção das falhas em uma matriz codificada, fornecida pseudo-aleatóriamente pelo codificador. Essa matriz é usada juntamente com duas matrizes auxiliares chamadas X e Y, por exemplo. A matriz X será decodificada sem a inserção de falhas, já a matriz Y irá sofrer modificações nos bits que a compõem, sendo enviada para o código escrito em System Verilog.

Escolhemos padrões de erros que simulam condições onde o erro pode saltar com fator de distância um. Na matriz Y um erro é inserido pseudo-aleatóriamente na palavra codificada, e em seguida são também selecionados, pseudo-aleatóriamente, o padrão de erro e os bits adjacentes que sofrerão a inversão de valor. Esse processo visa emular a ocorrência de MEUs, típicos em aplicações espaciais.

Depois da injeção de falhas na matriz Y, ela será decodificada utilizando o código CLC proposto. Para o cálculo da taxa de correção, o VCS irá comparar os resultados da decodificação da matriz X e da decodificação da matriz Y. Esse procedimento é repetido diversas vezes com palavras codificadas diferentes. Para o cálculo da taxa

ISSN 1809-3957

de detecção, o decodificador do CLC calcula as síndromes e verifica, a partir do resultado delas, se o erro pode ser detectado.

A seguir, são mostradas as tabelas com os padrões de erro que foram utilizados nos testes envolvendo o CLC. Cada tabela tem os padrões de erro para dois, três, quatro e cinco erros, e cada padrão é representado com uma cor diferente. Os padrões de dois e três erros tiveram eficácia máxima de correção.

Tabela II com os padrões de dois erros.

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39

Tabela III com os padrões de três erros.

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39

Tabela IV com os padrões de quatro erros.

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39

Tabela V com os padrões de cinco erros.

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39

Na sessão seguinte será mostrado as taxas de correção e detecção do CLC, em comparação com o código Reed-Muller.

V. ANÁLISE DE CORREÇÃO E DETECÇÃO

O código utilizado, para a comparação da taxa de correção e detecção com o modelo proposto, foi o Reed-Muller (2,5). Esse código possui uma palavra codificada de 32 bits. Após a inserção dos erros, de acordo com os padrões mostrados anteriormente, coletamos os resultados obtidos e formulamos gráficos de correção e de detecção que serão mostrados a seguir.

Tabela VI Tabela da taxa de correção.

N° de erros	Taxa Reed-Muller (2,5)	Taxa CLC
1	100%	100%
2	100%	100%
3	100%	100%
4	88,30%	61,32%
5	65,40%	62,52%

Observamos, na tabela VI, que o código corrige 100% das falhas se ocorrerem até três erros.

Tabela VII Tabela da taxa de detecção.

N° de Erros	Taxa Reed-Muller (2,5)	Taxa CLC
1	100%	100%
2	100%	100%
3	100%	100%
4	100%	100%
5	93,74%	100%

Observamos na tabela VII que o CLC dos três códigos comparados, é o que apresenta a maior taxa de detecção.

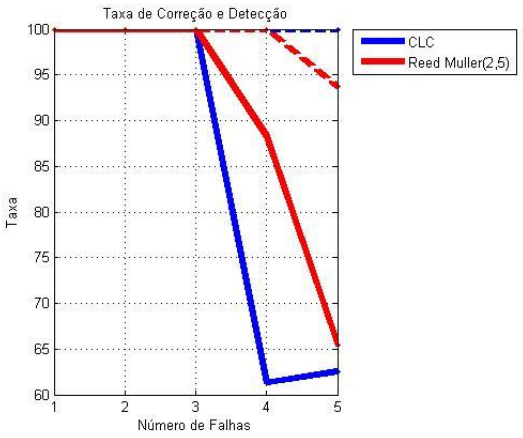


Figura 2. Gráfico relacionando a correção e a detecção do algoritmo com os códigos analisados.

A Figura 2 combina os resultados mostrados nas tabelas VI e VII. As linhas tracejadas representam os percentuais de

ISSN 1809-3957

detecção, e as linhas contínuas representam os percentuais de correção. Podemos observar que, em correção de erros, o CLC assim como o código Reed-Muller (2,5), é um código corretor de três erros. Para quatro erros o CLC corrige 26,98% menos que o código Reed-Muller (2,5), e para cinco erros a diferença é de apenas 2,88%. Nota-se também que as taxas de detecção do CLC e do Reed-Muller (2,5) são iguais até quatro erros, mas a partir do quinto erro, a taxa de detecção de erros do CLC continua 100%, enquanto que a do Reed-Muller decresce para 93.74%.

VI. COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE REED-MULLER(2,5) E CLC

Após compararmos as taxas de correção e de detecção do CLC com o código Reed-Muller (2,5), sintetizamos os decodificadores propostos para uma FPGA Xilinx Spartan 3E. O software utilizado para a realização da síntese de cada código foi o Xilinx ISE 14.5.

A Tabela a seguir mostra os resultados obtidos da síntese dos decodificadores:

Tabela VIII Comparando dados de síntese dos decodificadores

Component Utilization/Time	Reed-Muller (2,5) code	CLC code
No. de Slices	791	309
No. de Slice FF	51	41
4 entradas LUTs	1469	603
Números de IOs	51	19
Clock da Simulação	28,363ns	26,230ns
Tempo Máximo para Saída de Dados(TMSD)	5,065ns	4,571ns
Tempo total de CPU para realização da sintetização (Xst)	115,72secs	23,42 secs

Os resultados obtidos pela ferramenta Xilinx ISE 14.5 mostram que o código CLC, no geral, possui dados de síntese bem menores que o Reed-Muller com relação a número de slices, LUTs de 4 entradas, múmero de I/Os (Entrada/Saída) e tempo total de CPU para realização da sintetização (Xst). Isso mostra que o código CLC tem custo de área e tempo de resposta menores que os do código Reed-Muller, e é um indicativo que ele tenha também menor consumo de potencia. Essa característica é de grande importância para os sistemas embarcados atuais que demandam maior eficiência e confiabilidade, como é o caso de aplicações espaciais. Para comparar a eficiência de correção e detecção por área e tempo, utilizamos a métrica utilizada em [14] e adaptada para FPGA, ou seja, a Cobertura de Correção por Custo (CCC) e a Cobertura de Detecção por Custo (CDC).

CUSTO = NO. DE SLICES X Tempo Máximo para Saída de Dados (TMSD) *(6.1)*

CCC = 1000 X (TAXA DE CORREÇÃO/CUSTO) *(6.2)*

CDC = 1000 X (TAXA DE DETECÇÃO/CUSTO) *(6.3)*

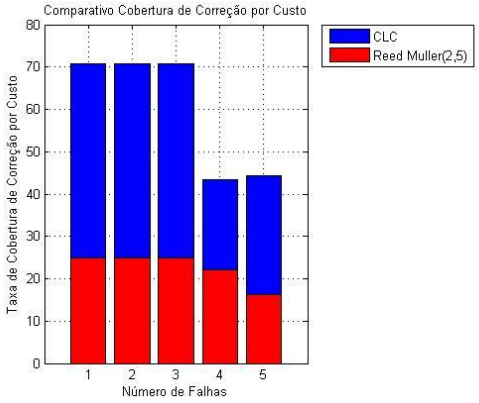


Figura 3. Gráfico do CCC

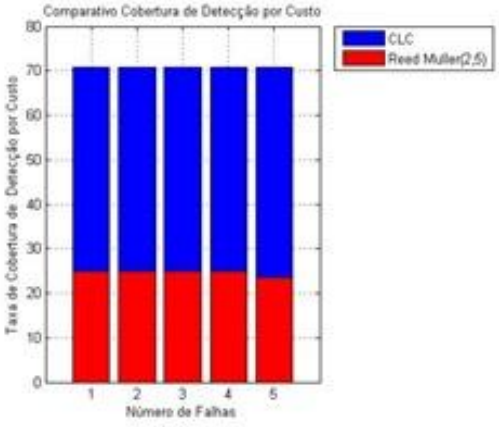


Figura 4. Gráfico do CDC

VII. CONCLUSÃO

Esse artigo apresentou o CLC, um novo código corretor de erros que tem sua utilização focada em sistemas embarcados que estão sujeitos a MEUs e canais de comunicação digital. Esse código utiliza-se do código de Hamming e de Paridade para formar seu algoritmo.

Os resultados dos testes de correção e detecção mostraram que o código CLC, assim como o código Reed-Muller, corrige 100% até três falhas. Além disso, a cobertura de detecção de erro do CLC mostrou-se superior ao Reed-Muller na ocorrência de cinco falhas. Além disso, os resultados da síntese dos decodificadores dos códigos mostrou que o CLC possui menor requisito de área e menor tempo de resposta que aqueles do Reed-Muller (2,5).

Observando as figuras 3 e 4 geradas pela métrica utilizada em [14] e adaptada para FPGA's, nos é permitido afirmar que o código CLC tem melhores índices na relação entre correção e detecção por custo, e dessa forma pode substituir o código Reed-Muller (2,5) com vantagem, uma vez que ambos corrigem três falhas na memória, mas o custo de área e tempo de resposta do código CLC mostraram-se bem menores que os custo dos código Reed-Muller (2,5). Essa conclusão mostra que o CLC tem grande potencial para uso em aplicação onde o Reed-Muller já é usado, mas com vantagens que são significativas quando se trata de aplicações com as espaciais.

ISSN 1809-3957

Por fim, apesar de sua palavra codificada ser de 40 bits, o CLC pode ser considerado uma boa alternativa para a solução de MEUs, com um custo de computação bem menor que outros códigos mais complexos, mas com igualmente robusto.

VIII. REFERÊNCIAS

[1]Costas A. Argyrides, Pedro Reviriego, Dhiraj K. Pradhan, Juan Antonio Maestro, "Matrix-Based Codes for Adjacent Error Correction," *IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 57, no. 4, pp. 01, Aug. 2010.*

[2]P. Ferreyra, C. Marques, R. Ferreyra, and J. Gaspar, "Failure map functions and accelerated mean time to failure tests: New approaches for improving the reliability estimation in systems exposed to single event upsets," *IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 52, no. 1, pp. 494–500, Feb. 2005.*

[3]P. Hazucha and C. Svensson, "Impact of CMOS technology scaling on the atmospheric neutron soft error rate*," IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 47, no. 6, pp. 2586–2594, Dec. 2000.*

[4]S. Satoh, Y. Tosaka, and S. Wender, "Geometric effect of multiple-bit soft errors induced by cosmic ray neutrons on DRAM's," *IEEE Electron Device Lett., vol. 21, no. 6, pp. 310–312, Jun. 2000.*

[5]D. Radaelli, H. Puchner, S. Wong, and S. Daniel, "Investigation of multibit upsets in a 150 nm technology SRAM device," *IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 52, no. 6, pp. 2433–2437, Dec. 2005.*

[6]P. Reviriego, J. A. Maestro, and C. Cervantes, "Reliability analysis of memories suffering multiple bit upsets," *IEEE Trans. Device Mater. Rel., vol. 7, no. 4, pp. 592–601, Dec. 2007.*

[7]R. Hentschke, F. Marques, F. Lima, L. Carro, A. Susin, and R. Reis, "Analyzing area and performance penalty of protecting different digital modules with hamming code and triple modular redundancy," in *Proc. 15th Symp. on Integrated Circuits and Systems Design, 2002, pp. 95–100.*

[8]J. Karlsson, P. Liden, P. Dahlgren, R. Johansson, and U. Gunneflo, "Using heavy-ion radiation to validate fault-handling mechanisms," *IEEE Micro., vol. 14, no. 1, pp. 8–11, 1994, 13–23.*

[9]Costas Argyrides, Hamid R. Zarandi, Dhiraj K. Pradhan,"Matrix Codes: Multiple Bit Upsets Tolerant Method for SRAM Memories" *22nd IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI Systems*

[10]Zhen Wang, Mark Karpovsky, Fellow, IEEE, and Ajay Joshi, Member, IEEE Nonlinear Multi-Error Correction Codes for Reliable MLC nand Flash Memories" *IEEE Transactions on Very Large Scale Integratrion (VLSI) systems, vol. 20, no. 7, july 2012.*

[11]Alfonso Sánchez-Macián, Member, IEEE, Pedro Reviriego, Member, IEEE, and Juan Antonio Maestro, Member, IEEE "Hamming SEC-DAED and Extended Hamming SEC-DED-TAED codes through selective shortening and bit placement".

[12] Mojtaba Valinataj and Saeed Safari "Fault Tolerant Arithmetic Operations with Multiple Error Detection and Correction" *22nd IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI Systems, 2007*

[13]Jatinder Singh and Jaget Singh "A Comparative Study of Error Detection and Correction Coding Techniques" 2012 Second International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies

[14]Costas Argyrides, Member, IEEE, Dhiraj K. Pradhan, Fellow, IEEE, and Taskin Kocak "Matrix Codes for Reliable and Cost Efficient Memory Chips", *IEEE Transaction Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, vol. 19, no. 3, March 2011*.

[15]International Technology Road map for Semiconductors, *http://public.itrs.net/ , 2002.*

[16]JJ.Rose S.D. Brown, R.J. Francis – "Field Programmable Gate Arrays", Kluwer Academic Publishers, 1992

[17]Costas Argyrides, Hamid R. Zarandi1, Dhiraj K. Pradhan" Multiple Upsets Tolerance in SRAM Memory".

[18] Alexandre Augusto da Penha Coelho, Helano de Souza Castro, Felipe Gaspar Alan e Silva, Victor Dall Mass Fernandes, Maria Luciene Lira Monteiro, Filipe Maciel Lins e Guilherme Bastos Cavalcante "Algoritmo de Detecção e Correção de Falhas em Memórias S-RAM para Sistemas Embarcados CLC(Column-Line-Code)"*Congresso InfoBrasil 2013.*

[19] Sonia Sarita Berrios Yana, Milena Vantini Soares "Uma aplicação dos códigos lineares binários" *21° Simpósio internacional de Iniciação Científica da USP.*

IX. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DE GESTANTES SOBRE A SAÚDE BUCAL DO BEBÊ

MARINA BALDIOTTI CAMPOLINA FERREIRA[1]; RENATO DE OLIVEIRA CAPANEMA[2]; MÁRIO SÉRGIO FONSECA[3]
1 – COORDENADORIA EM SAÚDE BUCAL DA PREFEITURA MUNICIPAL DE PARÁ DE MINAS-MG; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS; 3 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
marinabaldiotti@outlook.com

Resumo - Durante a gestação, a mulher encontra-se em um período psíquico propício para a incorporação de bons hábitos que visam o bem estar e o bom desenvolvimento do bebê. Este período é considerado o momento ideal para a inserção da gestante dentro de um enfoque educativo-preventivo voltado para a promoção da saúde bucal. Este estudo teve como objetivo caracterizar o perfil do conhecimento de gestantes em relação a sua saúde bucal e do futuro bebê. Um questionário formulado a partir de bases científicas foi aplicado em cinquenta gestantes usuárias de unidades de saúde do município de Pará de Minas e posteriormente procedeu-se a análise dos resultados, visando à interpretação dos dados. Os resultados mostraram que falta interdisciplinaridade entre as áreas de saúde (médica e odontológica), dificultando o acesso das gestantes a informações primordiais sobre como cuidar de sua saúde bucal e da saúde de seu bebê. Também foi evidenciada a necessidade de aprimoramento no conhecimento dos cirurgiões-dentistas sobre este tipo de paciente, haja vista que muitos inclusive apresentam receio no atendimento de gestantes e bebês. Conforme foi demonstrado pelos resultados, embora em determinados assuntos as gestantes já demonstrem algum conhecimento, as constantes dúvidas e crenças enfatizam a necessidade de elaboração por parte dos gestores de um plano estruturado com orientações e informações que valorizem a saúde bucal da gestante e do bebê, que promovam qualidade de vida e intensifiquem a eficiência dos serviços prestados à população.

Palavras-chave: Saúde bucal do bebê. Conhecimento de gestantes. Promoção de saúde bucal.

I. INTRODUÇÃO

O atendimento odontológico a gestantes e bebês, embora já tenha sido amplamente discutido e sua importância tenha sido reconhecida e comprovada, ainda carece de maior valorização tanto por parte dos profissionais, que precisam desmistificar o atendimento, como por parte da população em geral, que necessita de acesso à informação de modo a superar os mitos que ainda persistem e demandar este tipo de atenção à saúde ainda no período gestacional.

No Brasil, o atendimento infantil esteve restrito à faixa etária escolar por muito tempo, recomendando-se que os pais levassem seus filhos ao dentista após os três anos de idade, pois se acreditava que a criança só poderia cooperar e deixar que o tratamento fosse realizado a partir desta idade (HANNA; NOGUEIRA; HONDA, 2007). Porém, sabe-se hoje que a primeira infância é o momento ideal para introduzir bons hábitos e adotar padrões de comportamento que possam permanecer profundamente fixados durante toda a vida (MARTINS; TESSLER; CORRÊA, 1998).

Desde 1945 se tem conhecimento da importância da presença do cirurgião-dentista no acompanhamento pré-natal, pois os demais membros da área da saúde têm pouco conhecimento a respeito dos sinais e sintomas clínicos orais relatados pelas gestantes (CORDEIRO; COSTA, 1999). Todavia, conforme explicitado anteriormente, este campo de atuação ainda não está totalmente fundamentado, sendo crucial a implantação de uma nova mentalidade nos profissionais da odontologia e em seus usuários.

As orientações sobre a saúde bucal são necessárias desde a gestação, de modo que a profilaxia deveria começar desde a vida da criança no ventre materno, com a formação dos órgãos dentários sadios e bem calcificados. Inclusive a odontologia intrauterina já vem sendo praticada e é no pré-natal odontológico que as mães recebem as primeiras orientações educativas e preventivas em relação à saúde bucal do seu futuro bebê (PEREIRA *apud* WALTER, 1996, p.246).

Durante a gestação, mudanças fisiológicas e psicológicas importantes ocorrem na gestante, e estas trazem como consequência alterações no organismo da mulher. Os cuidados preventivos durante este período deveriam receber atenção especial, pois alterações do equilíbrio bucal como a cárie e a doença periodontal podem ser frequentes neste período (SPOSTO *et al.*, 1997).

A mulher, enquanto gestante, encontra-se em um período psíquico propício para sensibilização, adequação e incorporação de hábitos que visam o bem estar e o bom desenvolvimento do bebê (TSAMTSOURIS; STACK; PADAMSEE, 1986). Este seria, portanto, o momento ideal para inserção da gestante dentro de um enfoque educativo-preventivo voltado para a promoção de saúde bucal (BORGES, 1999).

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o nível de conhecimento das gestantes sobre a sua saúde bucal e a de seu bebê, dando ênfase às atitudes educativas e preventivas,

ISSN 1809-3957

incorporando ao arcabouço teórico que fundamenta este ramo do saber informações relevantes que permitam preparar adequadamente os profissionais da saúde, tornando as gestantes mais receptivas a um atendimento multiprofissional, promovendo a saúde global da gestante e do bebê.

E mais especificamente, caracterizar a realidade das gestantes com relação à atenção odontológica desde os primeiros meses de vida do bebê, a fim de obter subsídios para elaboração de um programa educativo preventivo no município de Pará de Minas, que, sendo efetivo, pode ser utilizado como modelo para outras localidades.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo envolveu cinquenta gestantes com idades variando entre 15 e 42 anos, atendidas pelas unidades de saúde dos bairros Grão Pará, Santos Dumont e Providência, do município de Pará de Minas – MG. Estes bairros foram selecionados por possuírem unidades de saúde que realizam acompanhamento de gestantes. O estudo foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE – 0100.0.213.000-09, em 09 de outubro de 2009) conforme as diretrizes da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Foram incluídas no estudo gestantes que se apresentavam em qualquer período da gestação e tenham sido atendidas em alguma das unidades de saúde citadas acima. Das cinquenta e uma gestantes convidadas, apenas uma se recusou a participar do estudo. As gestantes que concordaram em participar do estudo assinaram termo consentimento livre e esclarecido conforme exigência da Comissão de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

As gestantes inicialmente foram submetidas a um questionário estruturado e formulado a partir de base de dados científicos, para avaliar seus conhecimentos sobre sua saúde bucal e a do seu bebê. O questionário é composto de uma primeira parte com a identificação da gestante: nome, idade, endereço e mês gestacional. A segunda parte constou de 16 questões de múltipla escolha e de fácil entendimento, podendo quando explicitado no enunciado serem assinaladas mais de uma alternativa. O questionário foi aplicado pela própria pesquisadora não necessitando calibração de equipe e minimizando desta maneira o viés do aplicador.

A coleta de dados em sua grande maioria foi realizada na sala de espera das unidades de saúde onde as gestantes eram assistidas e em alguns casos foi realizada busca ativa na residência das gestantes.

Os questionários foram respondidos individualmente e após a realização da pesquisa, todas as gestantes obtiveram esclarecimentos e informações a respeito de como cuidar da saúde bucal do seu bebê e tiveram oportunidade de sanar suas dúvidas relativas aos mitos e verdades comuns neste período.

O questionário abordou os seguintes tópicos:
- Consulta odontológica durante a gestação;
- Procedimentos odontológicos contraindicados durante a gestação;
- Alterações bucais oriundas da gestação;
- Doenças e uso de medicamentos durante a gestação;
- Última visita ao dentista;
- Higiene bucal do bebê;
- Primeira consulta do bebê com o dentista;
- Tempo de amamentação;
- Cárie de mamadeira;
- Flúor.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme explicitado anteriormente, o questionário abordou diversos aspectos do conhecimento das gestantes sobre saúde bucal. Inicialmente foi perguntado se durante a gestação o (a) médico (a) as orientou sobre a necessidade de realizar uma consulta odontológica, sendo que responderam em sua maioria (96%) que esta informação não lhes foi repassada. Este cenário inicial já dificulta bastante o acesso da gestante às orientações educativas e preventivas sobre a futura saúde bucal do bebê.

Somente as gestantes que não foram informadas sobre a necessidade da consulta odontológica responderam a questão seguinte, que tratava da orientação por parte do (a) médico (a) sobre como prevenir as doenças que podem ocorrer na cavidade bucal do bebê, de modo que neste subgrupo 91,6% afirmaram que não receberam esta informação do (da) médico(a). Estas respostas sugerem a falta de interdisciplinaridade entre as áreas de saúde (médica e odontológica) para que informações corretas cheguem até as gestantes, a fim de desmistificar muitos mitos e passar as informações relevantes para as gestantes sobre a sua saúde bucal e a saúde bucal do bebê que está por vir.

Em relação à realização de tratamento odontológico durante a gravidez, apenas 14% das gestantes responderam que realizaram.

A maioria das gestantes ainda tem receio de realizar o tratamento odontológico durante a gestação, e em muitos casos por temerem que os procedimentos afetem a formação e a saúde do bebê. De acordo com Sposto *et al.* (1997), este receio é devido a muitos mitos que ainda existem e devido à insegurança que alguns cirurgiões-dentistas apresentam em realizar o atendimento das gestantes, muitas vezes por falta de conhecimento profissional.

Questionadas sobre quais procedimentos odontológicos acreditavam não serem recomendados durante a gestação, as gestantes (podendo assinalar mais de uma alternativa) em sua maioria (80%) afirmaram que o raio-X é contra indicado. Sabe-se que este procedimento deve ser evitado no primeiro e terceiro trimestre de gestação, não o contra indicando, pois ser for necessário, o mesmo pode ser realizado, desde que as proteções corretas sejam tomadas, como uso de aventais de chumbo e protetor de tireoide. Mas sempre que possível deve-se optar pelo segundo trimestre de gestação para realizar tomadas de raio-X, período no qual não estão ocorrendo formações importantes no feto. Tarsitano e Rollings (1993) afirmaram que todas as radiografias odontológicas podem ser realizadas durante a gravidez, pois a quantidade de radiação usada está bem abaixo da dose limiar e a quantidade de radiação que o feto recebe é mínima.

Uma parcela importante (44%) das gestantes acredita que a anestesia local também é contra indicada, porém este procedimento não é contra indicado durante este período. No entanto alguns cuidados devem ser tomados, como por exemplo, não fazer uso de anestésicos que

ISSN 1809-3957

apresentam como vasoconstritor a felipressina, pois esta pode causar contrações uterinas. Castro e colaboradores (2002) acrescentaram que para que o tratamento seja realizado com sucesso, o cirurgião-dentista deve conhecer as propriedades e as contra indicações das soluções anestésicas. A de escolha para a gestante é a lidocaína combinada com um vasoconstritor. O uso do vasoconstritor não é contra indicado, pois são usados em quantidades mínimas, apresentando poucas desvantagens.

Quanto às extrações dentárias, 34% acreditam ser contraindicadas, possivelmente devido à necessidade de anestesiar para proceder à extração. Dezoito por cento das gestantes acreditam que restaurações não devem ser feitas durante este período, inviabilizando assim diversos procedimentos, visto que a restauração é bastante prevalente na atenção básica à saúde. Outros procedimentos não relacionados ainda foram citados por 4% das gestantes, como limpeza odontológica e o uso de medicamentos. Apenas 10% acreditam que nenhum procedimento é contra indicado durante este período, não apresentando nenhum receio quanto ao tratamento odontológico durante a gravidez.

Scavuzzi; Rocha e Vianna (1998) ressaltaram que qualquer tratamento odontológico pode ser realizado durante a gestação, desde que os devidos cuidados sejam tomados para que possa ser instituída uma terapia segura para a gestante.

Quando questionadas se a gravidez poderia levar a alterações bucais, 64% das gestantes responderam que sim, e este subgrupo foi questionado sobre quais seriam estas alterações (podendo ser assinalada mais de uma alternativa). As respostas evidenciaram que a alteração bucal mais esperada foi a dor de dente, com 36% das respostas. A dor de dente não é provocada pela gestação em si, mas pelo aumento do consumo de sacarose neste período, associado à falta de cuidados com a higienização bucal, levando ao aparecimento de lesões cariosas e dor. Em segundo lugar, 32% das gestantes esperam apresentar gengivite, que quando ocorre, pode ser oriunda do componente hormonal associado à presença de biofilme dentário, caracterizando a gengivite gestacional.

Gestantes com controle de biofilme dentário adequado não desenvolvem gengivite (LINDHE, 1999). Sabe-se que por si só as alterações hormonais decorrentes do período gestacional são incapazes de desenvolver quadros periodontais. Há alterações vasculares provenientes que somados à presença de biofilme dentário decorrente de uma higiene bucal negligenciada fazem com que quadros pré-existentes se agravem (CARVALHO, 1988).

Em terceiro lugar, a cárie dentária, relatada por 20% das gestantes, ocorre pelo mesmo motivo da dor de dente, ou seja, dieta desequilibrada e falta de cuidados com a higiene bucal, não sendo, portanto, provocada pela gestação. Em quarto lugar, com 12% aparece a perda de dentes, que pode ocorrer pela falta de cuidados com os dentes e receio do tratamento endodôntico. A necessidade de tratamento endodôntico e a mobilidade dentária também estão entre as alterações que as gestantes esperam ocorrer devido à gravidez, no entanto o tratamento endodôntico pode ocorrer por vários motivos, mas nenhum ligado à gestação. Já a mobilidade dentária pode ocorrer devido à presença de doença periodontal, que pode ter iniciado com uma gengivite gestacional.

Somente as gestantes que responderam acreditar que a gestação pode provocar alterações em sua saúde bucal responderam se estas alterações poderiam prejudicar a formação e desenvolvimento do bebê, de modo que 25% das gestantes acreditam que estas alterações podem afetá-los.

Uma parcela expressiva das gestantes (32%) respondeu que foram ao cirurgião-dentista há no máximo seis meses, o que é plausível por possuírem atendimento odontológico de atenção primária gratuito nas unidades de saúde de seus bairros. Por outro lado, as gestantes que não vão ao cirurgião-dentista há mais de um ano (28%) e há mais de dois anos (20%) representam uma parcela significativa em se tratando de usuárias destas unidades de saúde. Outras 12% afirmaram que foram ao dentista há cerca de um ano e 8% não se recordam quando foi a última visita ao dentista.

As gestantes, quando questionadas se era aconselhável realizar a higiene bucal do bebê, em sua grande maioria (94%) responderam que é aconselhável, portanto, este grupo que concorda que a higiene bucal deve ser realizada, também foi perguntado sobre qual seria a idade ideal para iniciar os procedimentos de higiene bucal do bebê.

Um percentual importante das gestantes (46,8%) afirmou acertadamente que o momento de iniciar os procedimentos de higiene bucal do bebê deva ser logo após o nascimento. No entanto 40,4% das gestantes iniciaria a higienização ao nascer do primeiro dente. O restante das gestantes ainda acredita que a higiene bucal deva iniciar em um período mais tardio, quando tiverem nascido todos os dentes decíduos (10,6%), ou, em um cenário mais crítico, que a higienização bucal deva iniciar quando nascerem os dentes permanentes (2,1%). De acordo com Martins, Tessler e Corrêa (1998) a cavidade bucal não é colonizada por bactérias antes da erupção dentária, porém é importante que a gengiva seja massageada e a cavidade bucal limpa. A higiene bucal deve ser feita uma vez ao dia, de preferência após a última mamada, pois a presença de imunoglobulinas liberadas pelo leite protege o assoalho da mucosa contra infecções.

Foi questionado também sobre quando deveria ser realizada a primeira consulta do bebê no cirurgião-dentista, e de acordo com as respostas, 68% das gestantes carece de informações adequadas sobre o momento da primeira consulta. Novamente, este cenário reforça a necessidade de um maior aporte de informação às gestantes no que diz respeito aos cuidados com a saúde bucal do bebê.

Bonecker, Guedes-Pinto e Walter (1997) ressaltaram que é de extrema importância que a primeira consulta seja realizada durante o primeiro ano de vida, pela possibilidade de prevenir o aparecimento de sinais e sintomas da doença cárie, além de contribuir para o desenvolvimento de uma dentição decídua saudável.

Sobre o período em que pretendem amamentar, foi possível verificar que 88% das gestantes pretendiam amamentar os bebês em um período satisfatório (46% das gestantes que pretendem amamentar por um ano ou mais e 42% que disseram que iriam amamentar por seis meses). Todavia, 10% responderam que iriam amamentar durante três meses e 2% disseram que não iriam amamentar, estando

ISSN 1809-3957

em desacordo com o que é preconizado atualmente pela Organização Mundial de Saúde (BRASIL, 2001).

Pelo ponto de vista odontológico, o ideal é amamentar durante os primeiros seis meses, período em que o leite materno deve ser a alimentação exclusiva do bebê, não necessitando de suplementos. O leite materno contém todos os nutrientes necessários para o bebê até o sexto mês de vida. Outro fator importante são as imunoglobulinas da mãe que estão presentes no leite, e que servem como defesa para o organismo do bebê. Após o sexto mês de vida, outros alimentos podem ser introduzidos na dieta. Além do papel de alimentação e proteção de possíveis doenças, a amamentação é fundamental para o correto desenvolvimento esquelético e muscular da face, pois é o movimento de sucção que ajuda no processo de desenvolvimento craniofacial.

Com relação ao conhecimento sobre a lesão cariosa de "mamadeira" ou "de peito", a grande maioria (86%) não sabia o que significa o termo. Mais uma vez, fica claro que muitas informações importantes não estão sendo repassadas para as gestantes, lembrando que estas informações são aliadas no processo preventivo visando diminuir o índice de problemas bucais encontrados em crianças de pouca idade. Guedes-Pinto (1997) atribui a cárie de mamadeira à alimentação no seio materno além da idade considerada normal para o desmame, associada a uma má higienização bucal, promovendo o contato de líquidos açucarados fermentáveis com os elementos dentais.

No que diz respeito à prescrição de suplemento de fluoreto durante a gestação, 96% das entrevistadas não receberam este tipo de suplementação; portanto, neste caso, a prática está de acordo com o entendimento atual. A suplementação durante a gestação não se faz necessária, podendo inclusive dificultar na absorção de cálcio que é fundamental para a gestante.

IV. CONCLUSÕES

1 - Falta interdisciplinaridade entre as áreas da saúde (médica e odontológica), dificultando o acesso das gestantes a informações primordiais; sendo necessário desmistificar muitas crenças e repassar orientações relevantes para as gestantes sobre a sua saúde bucal e a saúde do bebê que está por vir.

2 - Foi evidenciada a necessidade de aprimoramento no conhecimento dos cirurgiões-dentistas devido ao receio no atendimento de gestantes e bebês.

3 - Observou-se que as gestantes temem realizar tratamentos odontológicos durante a gestação, relatando equivocadamente que procedimentos como raio-x, anestesia local e exodontia são contraindicados durante este período. Além disso, as gestantes não possuem conhecimento adequado sobre assuntos importantes, como alterações bucais provocadas durante o período gestacional e cárie de mamadeira.

4 – É muito importante esclarecer as dúvidas das gestantes, sendo aconselhável a elaboração por parte dos gestores de um plano estruturado com orientações e informações que valorizem a saúde bucal da gestante e do bebê, que promovam qualidade de vida e intensifiquem a eficiência dos serviços prestados à população.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. D. **Terapêutica medicamentosa em Odontologia.** São Paulo: Artes Médicas, 2000.

BATISTELLA F. I. D.; IMPARATO J. C. P. Conhecimentos das gestantes sobre saúde bucal na rede pública e em consultórios particulares. **Revista Gaúcha de Odontologia,** v. 54, n. 1, p. 67-73, 2006

BONECKER, M. J. S.; GUEDES-PINTO, A. C.; WALTER, L. R. F. Prevalência, distribuição e grau de afecção de cárie dentária em crianças de 0 a 36 meses de idade. **Revista Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas,** São Paulo, v. 51, n. 5, p. 535-40, nov/dez, 1997.

BORGES, E. S. Prevalência de cárie em crianças de 0-5 anos. Avaliação após 5 anos de um programa preventivo. **Revista da Associação Brasileira de Odontologia Nacional,** São Paulo, v. 7, n. 5, p. 298-303, out./nov., 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Prevalência do aleitamento materno nas capitais brasileiras e no Distrito Federal**. Brasília: MS, 2001. 50 p.

CARVALHO E. M. C. Abordagem odontológica durante a gestação. **Odontólogo Moderno,** v.15, n. 7, p.7-14, 1988.

CASTRO, F. C.; *et al.* Tratamento odontológico no período da gravidez: enfoque para o uso de anestésicos locais. **Jornal Brasileiro de Clínica Odontológica Integrada**, Curitiba, 2002, v. 6, n. 31, p. 62-67.

CORDEIRO, C.C.; COSTA, L. C. S. Prevenção odontológica associada às alterações hormonais. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 56, n. 5, p. 255.256, set./out. 1999.

CORRÊA, M. S. N. P. *et al*. Cárie rampante: considerações sobre etiologia. **Revista Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 45, n. 5, p. 597-600, 1991.

CURY, J. A. Uso do flúor e controle de placa como doença. In: BARATIERI, L. N. **Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades**. São Paulo: Santos, 2001. p. 33-68.

FOURNIOL FILHO, A. **Pacientes especiais e a Odontologia**. São Paulo: Santos, 1998.

GAFFIELD, M. L. *et al.* Oral health during pregnancy. **Journal of the American Dental Association**, v. 132, n.7, p.1009-16, 2001.

GAJENDRA, S.; KUMAR, J. V. Oral health and pregnancy: a review. **The New York State Dental Journal**, v.70, n.1, p.40-44, jan. 2004.

GUEDES-PINTO, A. C. Cárie dentária. In: GUEDES-PINTO, A. C. **Odontopediatria**. 6. ed. São Paulo: Santos, 1997.

GUIMARÃES, A. O.; COSTA, I. do C. C.; OLIVEIRA, A. L. da S. As origens, objetivos e razões de ser da Odontologia para bebês. **Jornal Brasileiro de Odontopediatria e Odontologia do Bebê,** Curitiba, v.6, n.29, p.83-86, jan./fev. 2003.

HANNA L. M. O.; NOGUEIRA A. J. S.; HONDA V. Y. S. Percepção das gestantes sobre a atenção odontológica precoce nos bebês. **Revista Gaúcha de Odontologia,** Porto Alegre, v. 55, n. 3, p.271-274, jul./set. 2007.

KONISHI, Flávia. Odontologia intra-uterina. **Revista Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas,** São Paulo, v. 49, p. 135-136, mar./abr., 1995.

LINDHE, J. **Tratado de periodontia clínica e implantodontia oral.** 3. ed. São Paulo: Guanabara-Koogan, 1999.

ISSN 1809-3957

MARTINS A. L. C. F.; TESSLER A. P. V. C.; CORRÊA M. S. N. P. Controle mecânico e químico da placa bacteriana . In: CORRÊA M. S. N. P. **Odontopediatria na primeira infância.** São Paulo: Santos, 1998. p.271-278.

SCAVUZZI, A. I. F.; ROCHA, M. C. B. S.; VIANNA, M. I. P. Percepção sobre atenção odontológica na gravidez. **Jornal Brasileiro de Odontopediatria e Odontologia do Bebê,** São Paulo, v. 1, p.43-50, 1998.

SCAVUZZI, A. I. F.; ROCHA, M. C. B.; VIANNA, M. I. P. Percepção sobre atenção odontológica na gravidez. **Jornal Brasileiro de Odontopediatria e Odontologia do Bebê**, 1999; v. 2, n. 7, p.182-5.

SCAVUZZI A. I. ROCHA M. Atenção odontológica na gravidez – uma revisão. **Revista da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia,** v. 18, p. 46-52, jan./jun.1999.

SILVA, F. M. *et al.* Uso de anestésicos locais em gestantes. **Revista Odontológica do Brasil Central,** v. 9, n. 28, p.48-50, 2000.

SONIS, S. T. *et al.* **Princípios e práticas de Medicina oral.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 508 p.

SPOSTO M. R. *et al.* Atendimento odontológico da paciente gestante: Complicações e cuidados a serem adotados. **Odonto 2000,** Araraquara, v. 1, n.1, p.20-23, 1997.

TARSITANO, B. F.; ROLLINGS, R. E. The pregnant dental patient evaluation and management. **General Dentistry,** 1993, v. 41, p.226-34.

TIRELLI, M. C. *et al.* Comportamento dos cirurgiões-dentistas quanto ao uso de antibióticos em pacientes gestantes: riscos e benefícios. **Revista do Instituto de Ciências de Saúde**, v.19, n.1, p.27-34, jan./jun. 2001.

TSAMTSOURIS, A.; STACK, A.; PADAMSEE, M. Dental education of expectant parents. **The Journal of Pedodontics,** Boston, 1986 Summer, v.10, n.4, p.309-322.

ZARDETTO C. G. C.; RODRIGUES C. R. M. D. ANDO T. Avaliação dos conhecimentos de alguns tópicos de saúde bucal de gestantes de níveis sócio-culturais diferentes. **Revista de Pós Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v.5, n.1, p.69-74, 1998.

WALTER, L. R. F.; NAKAMA, L. Paciente de alto risco de cárie versus pacientes de alto risco. Qual a conduta? In: BOTINO, M. A., FELLER, C. **Atualização na clínica odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 1992. Cap.18, p.251-258.

WALTER, L. R. F.; FERELLE, A.; ISSAO, M. **Odontologia para o bebê.** São Paulo; Artes Médicas, 1996. p. 246.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

O PAPEL DA SAÚDE BUCAL NA PROMOÇÃO DE BEM ESTAR NO AMBIENTE DE TRABALHO

MARINA BALDIOTTI CAMPOLINA FERREIRA[1]; RENATO DE OLIVEIRA CAPANEMA[2]

1 – COORDENADORIA EM SAÚDE BUCAL DA PREFEITURA MUNICIPAL DE PARÁ DE MINAS-MG; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
marinabaldiotti@outlook.com

Resumo *- Este estudo visou apresentar a importância da odontologia do trabalho dentro das empresas, com a intenção de promover saúde bucal e geral para os trabalhadores. O programa de saúde bucal do trabalhador visa prevenir doenças e acidentes, além de reabilitar os trabalhadores que já apresentam alguma necessidade de tratamento. Desta maneira, a implantação do serviço odontológico gera benefícios para a empresa e para o empregado, visto que trabalhadores saudáveis produzem mais e com menos riscos de acidentes, propiciando bem estar ao oferecer atendimento e cuidados odontológicos, gerando mais qualidade de vida para os trabalhadores. A importância da odontologia do trabalho para as empresas reside no conceito de saúde integral, de modo que o dentista do trabalho pode desempenhar um papel fundamental, trabalhando juntamente com as outras áreas de saúde do trabalhador, contribuindo para um completo bem estar físico e mental dos trabalhadores, gerando benefícios para a empresa, por meio do aumento da produção e benefícios para o funcionário, gerando mais saúde para os mesmos, aumentando significativamente a qualidade de vida dos trabalhadores.*

Palavras-chave: odontologia do trabalho, empresa, promoção de saúde.

I. INTRODUÇÃO

Os ganhos em termos de produtividade em uma empresa que inclui em seu capital humano o dentista do trabalho se dá em todos os níveis, fato este comprovado pela experiência nesse sentido nos países altamente industrializados. No entanto é no aspecto social que reside uma das maiores contribuições da odontologia do trabalho, de modo que esta função vem alicerçada em esforços internacionais de preservação dos direitos humanos, dos quais faz parte o direito de preservação à saúde, consubstanciado em tratados e conferências dos quais o Brasil é signatário (Ferreira, 2007).

No Brasil, a assistência ao trabalhador surgiu na década de 30, através das leis de proteção social que foram criadas com o objetivo de solucionar a crise política da época, iniciando pelo atendimento de algumas necessidades, mas sem objetivos definidos (Medeiros, 1970).

A especialidade da odontologia do trabalho foi criada no Brasil pela resolução n. 25/2002 de 28 de maio de 2002, e tem ganhado muito destaque nos últimos anos devido ao alto número de registros de acidentes e doenças ocupacionais de origem odontológica.

Compreender os riscos à saúde do complexo bucomaxilofacial e das implicações das doenças e condições odontológicas nas questões laborais ultrapassam a identificação epidemiológica e a identificação de doenças, posicionando o dentista que se dedica a saúde bucal do trabalhador à frente de diversas outras discussões da prática odontológica. Isto ocorre devido à saúde no ambiente de trabalho acompanhar os capítulos de lutas e transformações na história da humanidade e nas complexas relações com o modo de produção vigente, através das dinâmicas da força de trabalho humana (Freire, 2011).

Funcionários com saúde bucal plena são mais produtivos que funcionários com alguma alteração ou dor de origem odontológica e é mais produtivo ter funcionários saudáveis e trabalhando com satisfação.

Estudos mostram as vantagens da implantação do serviço de odontologia do trabalho através de redução de custos para a empresa com dedução fiscal e queda no absenteísmo de funcionários. Para o funcionário, é uma tranquilidade a mais saber que o seu local de trabalho apresenta atendimento odontológico, ou que a empresa terceiriza o serviço (Pizzatto, 2006 e Lido 2010).

O absenteísmo está fortemente ligado a origens odontológicas, como a cárie e a doença periodontal. O trabalhador que está sentindo dor de origem odontológica, muitas vezes fica impossibilitado de comparecer ao trabalho ou quando comparece ao trabalho está correndo sérios riscos de sofrer acidentes ocupacionais devido à queda da concentração gerada pela dor.

A implantação dos serviços odontológicos nas empresas visa gerar um completo bem estar físico, mental e emocional para empregados e empregadores, levando benefícios para toda a população.

II. DESENVOLVIMENTO

Contextualização da área de atuação no ambiente empresarial

A odontologia do trabalho é uma subdivisão da odontologia que tem por finalidade o atendimento de determinado grupo de adultos, que pelas suas condições de trabalho tem influência na capacidade de produção. Ela deve

ISSN 1809-3957

levar benefícios para o trabalhador e também para a empresa. O serviço odontológico prestado em empresas deve estabelecer um programa e objetivos a atingir, de acordo com suas possibilidades (Medeiros, 1967).

A importância da odontologia do trabalho para as empresas também reside na redução dos acidentes do trabalho, evitando as soluções de continuidade no desenvolvimento dos serviços. Torna-se possível também a programação de eventuais extrações sem prejuízos para o serviço, evitando que o empregado falte em dias que causaria grande impacto no processo produtivo ou comercial (Guimarães, 1979).

O absenteísmo laboral é utilizado na literatura para indicar o não comparecimento inesperado ao trabalho, em especial aquele de caráter repetitivo. Ele gera aumento de custos, além da concessão de auxílio-doença, ocasiona diminuição de produtividade e eficiência, assim como aumento de problemas administrativos, o que compromete a produção. Os fatores odontológicos que provocam ausências ao trabalho tem sido de interesse crescente para os setores público e privado, especialmente em razão do contexto econômico competitivo e produtivo da sociedade. Enfatizando, portanto, a importância crescente da odontologia do trabalho junto às empresas que querem se manter competitivas no mercado (Freire, 2011).

A odontologia do trabalho não deve ser considerada como uma unidade isolada dentro da medicina do trabalho, pois o entendimento é que a odontologia do trabalho integra a própria medicina do trabalho, aplicada à área estomatológica, visto que as doenças bucais não se desvinculam das condições gerais de saúde do corpo e não podem ser esquecidas quando se discute a incapacidade dos trabalhadores (Garrafa,1986).

Uma vez instalado o programa odontológico em empresas, o mesmo deve ser monitorado e avaliado, não apenas para verificar os resultados, mas também, para através dos resultados, elaborar programas adequados para favorecer o êxito do sistema (Souza, 2009).

Atuação do dentista do trabalho nas empresas em função dos potenciais riscos

Sabe-se que o trabalhador, em seu ambiente de trabalho, está exposto a substâncias físicas, químicas e biológicas utilizadas nos processos industriais e que podem causar doenças com manifestações bucais, por este motivo, o cirurgião dentista que trabalha em empresa deve estar preparado para reconhecer e tratar lesões da boca, auxiliar no serviço médico na pesquisa de doenças profissionais, além de estar preparado para atender acidentes que originem fraturas de dentes e mandíbula, comuns em certas indústrias (Medeiros, 1970).

A cárie e outras complicações bucais são responsáveis por cerca de 20% da falta ao serviço e da queda de produção, além de gerar outros tipos de complicações orgânicas como infecções generalizadas. A Organização Mundial de Saúde considera como absenteísmo a ausência física e o absenteísmo de corpo presente, como quando o funcionário não consegue concentrar na sua função porque está com dor de dente (Ferreira, 1995).

A odontologia do trabalho busca de forma permanente a compatibilidade entre atividade laboral e a preservação da saúde bucal do trabalhador. Ao mesmo tempo deve verificar as condições do ambiente de trabalho e as substâncias às quais os operários estão expostos, avaliando as possíveis manifestações bucais das mesmas. O especialista tem o papel de diagnosticar precocemente qualquer tipo de lesão de origem laboral e de prevenir doenças de origem local ou sistêmica que possam acometer o trabalhador (Sales Peres, 2006).

Populações com bom acesso a serviços odontológicos de rotina, como é o caso de trabalhadores que o recebem diretamente nas empresas, obtiveram escore menor para risco de problemas de saúde bucal, o que indica bons níveis de qualidade de vida no que se refere à saúde bucal, mesmo para indivíduos de menor poder aquisitivo. Este benefício, principalmente para as classes menos favorecidas, reforça a importância deste tipo de assistência ser oferecida pelas empresas (Coelho, 2008).

As áreas de atuação da odontologia do trabalho envolvem a identificação, avaliação e vigilância dos fatores ambientais que possam provocar risco à saúde no local de trabalho, assessoramento técnico e atenção em matéria de saúde, segurança, ergonomia e higiene no trabalho e uso dos equipamentos individuais de proteção, planejamento e implantação de programas de educação permanente para os trabalhadores, organização da estatística de morbidade e mortalidade de causa bucal, investigar as possíveis relações com as atividades laborais e realizar exames odontológicos para fins trabalhistas (Araújo, 2010).

A importância da inserção do dentista do trabalho nas empresas

A presença do dentista do trabalho na empresa não significa apenas promover assistencialismo e prevenção, mas sim exercer uma filosofia de administração e gestão de pessoas e necessidades, com planejamento, objetivo, meta, execução e resultado. Otimizando todos os processos dos quais a odontologia tem domínio, em conjunto com outras áreas do conhecimento como medicina do trabalho, segurança, ergonomia, etc., sempre com foco na saúde do trabalhador. Esta abordagem holística acrescenta mérito e valor às questões de saúde ocupacional (Santini, 2005).

A implantação dos serviços odontológicos em uma empresa deve visar as melhorias da condição de saúde do trabalhador, baseado em princípios éticos, respeitando o ser humano e não o tratando apenas como uma peça na produção. Desta maneira, os princípios para a implantação do serviço odontológico em empresas seria o da promoção, proteção, recuperação e reabilitação da saúde bucal do trabalhador, melhorando desta maneira a sua qualidade de vida. Além de levantar as afecções bucais que podem afetar os trabalhadores, cabe ao dentista do trabalho analisar os aspectos epidemiológicos destes problemas (Pizzatto, 2006).

A importância da odontologia do trabalho nas empresas reside nos mais variados aspectos, como prevenir os efeitos nocivos das condições de trabalho e suas influências sobre a saúde bucal e geral, conscientizar o trabalhador da importância de preservar sua saúde bucal para exercer sua atividade de forma mais segura e produtiva, mas também como fator significante para sua saúde geral e satisfação pessoal, diagnosticar precocemente manifestações bucais relacionadas de alguma forma ao ambiente de trabalho e

ISSN 1809-3957

finalmente garantir que a presença do dentista do trabalho na equipe seja com o intuito de preservar a integridade social e a manutenção da saúde geral dos trabalhadores (Tauchen, 2006).

O sistema odontológico implantado em empresas não deve ser apenas assistencialista, devendo lançar mão de programas odontológicos norteados pelos princípios do modelo de promoção da saúde, sempre atuando em conjunto com as demais áreas da saúde do trabalhador, a fim de obter uma visão global do processo saúde-doença-trabalho (Souza, 2009).

III. DISCUSSÃO

A presença do cirurgião-dentista nas empresas é fator facilitador para que o trabalhador apresente saúde satisfatória, incluindo, mas não se limitando à saúde bucal, de modo que a atividade laboral possa ser exercida com mais disposição e qualidade, e gerar benefícios para o empregado, que apresentará um nível de saúde satisfatória e maiores possibilidades de crescimento profissional, aumentando sua qualidade de vida, e também para o empregador, que apresentará resultados satisfatórios em sua empresa devido ao fato de seu trabalhador se apresentar com saúde e mais produtivo.

Muitos serviços são prejudicados em função do trabalhador apresentar alguma queixa de dor nos dentes. Sua produção cai e sua atenção fica diminuída, aumentando desta maneira o risco de acidentes de trabalho.

Visto a importância da odontologia do trabalho para a empresa, podemos dizer que muitas são as causas que podem levar ao adoecimento do funcionário. Muitas dessas causas são de origem odontológica. Dores e desconfortos bucais são responsáveis por quedas na produção, aumento do índice de acidentes de trabalho devido à diminuição da atenção, o que gera grandes prejuízos para a empresa e coloca em risco a saúde dos trabalhadores.

Freire (2011) chama a atenção para a questão do absenteísmo laboral, em especial aquele de caráter repetitivo. Ele gera aumento de custos, além da concessão de auxílio-doença, ocasiona diminuição de produtividade e eficiência, assim como aumento de problemas administrativos, o que compromete a produção. Os fatores odontológicos que provocam ausências ao trabalho tem sido de interesse crescente para os setores público e privado, especialmente em razão do contexto econômico competitivo e produtivo da sociedade.

O problema não é recente, no entanto as empresas brasileiras ainda carecem de soluções eficientes, Medeiros (1970) já citava os prejuízos causados para a empresa devido ao absenteísmo, relatando que enfermidades odontológicas provocam incapacidades e afastamentos, gerando implicações socioeconômicas para a empresa. Desta maneira, as empresas buscam alternativas de eliminar todas as possíveis causas que possam influenciar na produção e oferecer mais benefícios ao trabalhador, como por exemplo, o atendimento odontológico nas empresas.

A presença do dentista do trabalho nas empresas desenvolvendo um plano de trabalho adequado de acordo com o perfil da empresa gera bem estar para os trabalhadores e resultados favoráveis para o empregador. O dentista do trabalho deve ter em mente que o mesmo deve trazer benefícios para o empregado e para a empresa, trabalhando muito com os aspectos preventivos e gerando bem-estar físico e mental para todos. As dores odontológicas, causadas por cáries e doenças periodontais podem facilmente ser prevenidas quando o trabalhador recebe todas as orientações.

É papel do cirurgião-dentista especialista em odontologia do trabalho investigar e conhecer todas as possíveis causas odontológicas de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais com manifestação bucal. Além de conhecer, o mesmo deve saber diagnosticar precocemente e tratá-las, de maneira a gerar menos danos ao trabalhador. Estudos epidemiológicos devem ser realizados nas empresas, a fim de conhecer a realidade do local de trabalho, com o objetivo de elaborar um plano de ação adequado.

Souza (2009) afirma que o programa odontológico instalado nas empresas deve ser monitorado, não apenas para verificar os resultados, mas também para elaborar programas adequados, levando a resultados positivos.

Almeida (2005) reforça a importância dos estudos epidemiológicos, citando que os mesmos devem envolver as demais áreas de saúde do trabalhador, com o intuito de controlar os fatores de risco presentes no ambiente de trabalho. Reforça que os levantamentos epidemiológicos, são capazes de promover a redução da incidência de doenças e melhora na qualidade de vida dos trabalhadores.

É importante ressaltar que a odontologia do trabalho está muito voltada para a prevenção das doenças. Desta maneira, fica sob responsabilidade do cirurgião-dentista especialista em odontologia do trabalho a elaboração e execução de palestras, folders, e atividades educativas em geral para os trabalhadores, a fim de levar a mudanças de hábitos de higiene e de hábitos nocivos à saúde em geral.

Guimarães (1979) enfatiza que o cirurgião-dentista deve dispor de material didático suficiente para dar orientação prático-teórica aos trabalhadores, com o objetivo de educar o funcionário, para que o mesmo mantenha uma adequada saúde bucal.

As atribuições do dentista do trabalho compreendem não apenas ações preventivas como também curativas e reabilitadoras, desta maneira, cabe ao dentista do trabalho realizar exames odontológicos, admissionais, demissionais, tratamentos odontológicos de acordo com a necessidade do trabalhador, podendo envolver tratamentos curativos, procedimentos cirúrgicos, restauradores e tratamentos reabilitadores, gerando desta forma uma atenção odontológica completa ao trabalhador, levando estímulo ao mesmo para desempenhar melhor suas funções.

Guimarães (1979) acrescenta às atribuições do dentista do trabalho os censos odontológicos, exames de avaliação periódica e participação nos levantamentos de campo.

Araújo (2010) afirma que também é tarefa do dentista do trabalho, identificar, avaliar e fazer vigilâncias dos fatores ambientais que possam provocar riscos à saúde no local de trabalho, colocar em uso os equipamentos individuais de proteção, realizar programas de educação permanente para os trabalhadores.

Muitos são os riscos ocupacionais aos quais os trabalhadores estão expostos, os riscos podem ser classificados em riscos físicos, químicos, biológicos, mecânicos, ambientais, emocionais e ergonômicos. Por este motivo, o programa de trabalho do dentista do trabalho deve

ISSN 1809-3957

ser bem planejado, a fim de descobrir quais são os possíveis riscos aos quais o trabalhador está exposto, para desenvolver um correto planejamento dos serviços que irão ser prestados. Medeiros (1970) ressalta que além de conhecer estes riscos, o cirurgião-dentista deve estar preparado para tratar as lesões da boca, auxiliar no serviço médico na pesquisa de doenças profissionais e preparado para atender a acidentes ocupacionais que envolvam problemas bucais como fraturas de dentes e mandíbula.

Uma grande vantagem da implantação da odontologia do trabalho nas empresas, além do resultado favorável para os trabalhadores, de melhoria na qualidade de vida, e da saúde bucal, é que a empresa ganha incentivos com a dedução de impostos quando a mesma implanta o serviço. Trazendo benefícios para empregado que será beneficiado com a implantação do serviço e para o empregador, que além de dedução em impostos, terá uma equipe de trabalhadores mais saudáveis desempenhando suas funções em melhores condições.

Os recursos humanos são os bens mais importantes da empresa, e mão de obra saudável é chave para o bom andamento de qualquer empreendimento. Souza (2009) afirma que a doença ocupacional é um subproduto do sistema de produção moderno e que gera prejuízos para o trabalhador e para a empresa, ficando claro que o maior capital são os recursos humanos.

É fundamental a qualificação adequada do cirurgião dentista que irá prestar serviço para as empresas, sendo importante que este dentista seja especialista em odontologia do trabalho pois desta maneira estará melhor preparado para implantar um adequado plano de trabalho nas empresas, que mobilize e traga resultados positivos para os funcionários e para o empregador.

IV. CONCLUSÃO

A importância da odontologia do trabalho para as empresas reside no conceito de saúde integral, sendo crucial a presença do cirurgião-dentista especialista em odontologia do trabalho nas empresas. O dentista do trabalho pode desempenhar um papel fundamental, trabalhando juntamente com as outras áreas de saúde do trabalhador, contribuindo para um completo bem estar físico e mental dos trabalhadores, gerando benefícios para a empresa, através do aumento da produção e benefícios para o funcionário, gerando mais saúde para os mesmos, aumentando significativamente a qualidade de vida dos trabalhadores. As empresas podem adotar várias estratégias com o objetivo de gerar saúde integral para o trabalhador, dentre elas, atividades educativas e preventivas são o foco, a fim de prevenir acidentes e doenças ocupacionais. Também é atribuição do dentista do trabalho realizar atividades curativas, com o objetivo dar resolução aos problemas odontológicos já existentes. A odontologia educativa e preventiva é primordial para o dentista do trabalho, gerando cada vez mais saúde para o trabalhador.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA TF, Vianna MIP. O papel da epidemiologia no planejamento das ações de saúde bucal do trabalhador**. Rev. Saúde Soc**. 2005; 14 (3): 144-154.

ARAÚJO RJG, Medeiros UV. Análises das percepções de alunos de graduação sobre odontologia do trabalho. **Rev. Bras. Odontol.** 2010; 67 (2): 157-163.

COELHO MP, Cordeiro MCP, Corrêa FF, Carvalho CM, Araújo VE. Avaliação dos impactos das condições bucais na qualidade de vida medido pelo instrumento OHIP-14. UFES **Rev. Odontol**., 2008; 10 (3): 4-9.

FERREIRA RA. O valor da saúde bucal nas empresas**. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, 1995; 49 (2): 96-106.

FERREIRA TTM. Odontologia do trabalho: Especialidade odontológica de relevância social [monografia]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2007.

FREIRE D. Odontologia do trabalho – Qualidade de vida no trabalho. **Rev. ABO nac**., 2011; 19 (4): 197-209.

GARRAFA V. Odontologia do trabalho. **RGO**, 1986; 34 (6): 508-512.

GUIMARÃES E, Rocha AA. Odontologia do trabalho - Organização dos serviços odontológicos de uma empresa. **Odontol. Mod**. 1979:6 (7;8;9): 7-12;23-26;40-50.

LIDO YJVL, Queluz DP. Análise da assistência odontológica prestada por empresas da região metropolitana da Campinas. **Rev. Odonto.** 2010; 18 (35): 57-69.

MEDEIROS EPG. Conceito de odontologia do trabalho. **Rev. Paul. Odontol.** 1967; 5 (24): 22-24.

MEDEIROS EPG, Bijella VT. Bases para a organização de programas dentais para operários. **Rev. Bras. Odontol.**, 1970; 27 (166): 303-311.

PIZZATTO E, Gardin CAS. Odontologia do trabalho: Implantação da atenção em saúde bucal do trabalhador. **Rev. Odontol. Clín. Científ. Recife**. 2006; 5 (2): 99-102.

PIZZATTO E, Gardin CAS. Odontologia do trabalho: Saúde bucal no contexto do trabalhador. **J. Bras. Clin. Odontol. Integ.**, 2006, 10 (52): 80-85.

SALES Peres SHC, Theodoro DS, Ribeiro DA, Avila ED, Greghi GA, Silva RPR. Odontologia do trabalho: doenças e lesões na prática profissional. **Rev. Odontol. Araçatuba**. 2006; 27 (1): 54-58.

SANTINI GM. Odontologia do trabalho: Vantagens e benefícios [monografia]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2005.

SOUZA RL, Lima MCRD. Odontologia do trabalho e o modelo de promoção da saúde: aproximações possíveis. **Rev. Flum. Odontol**. 2009; 15 (31): 50-54.

TAUCHEN ALO. A contribuição da odontologia do trabalho no programa de saúde ocupacional: verificando as condições de saúde bucal de trabalhadores de uma agroindústria do Sul do Brasil [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

ACÚMULO DE BIOMASSA E TEOR NUTRICIONAL DE FORRAGEIRAS ANUAIS DE INVERNO EM DISTINTAS DATAS DE SEMEADURA

EDISON ANTONIO PIN[1], FLAVIO CECHIN[1], MARCIO PIGOSSO[2], WILSON HENRIQUE TATTO[2]; LEOCIR MARCANTE[2]; EDUARDO RIZZI PIN[3]

1 – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR), PATO BRANCO, PR; 2 – UNIÃO DE ENSINO DO SUDOESTE, DOIS VIZINHOS, PR.; 3 - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, DOIS VIZINHOS.

marciopigosso@hotmail.com; flaviera@gmail.com; marciopigosso@hotmail.com; wilsonhenriquetatto@gmail.com; leocirmarcante@hotmail.com; eduardopin@gmail.com

Resumo: Investigaram-se as forrageiras anuais de inverno aveia branca IPR 126, aveia preta IAPAR 61, aveia preta comum, azevém comum e trigo duplo propósito BRS Tarumã, semeadas em 04 e 24 de abril, 14 de maio e 03 de junho de 2008. E avaliou-se o crescimento diário de biomassa seca e os teores nutritivos das pastagens utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Colheram-se as amostras no padrão de altura do dossel em cada cultivar, e estatisticamente, ocorreu interação significativa entre os fatores analisados e o efeito quantitativo e qualitativo nos pastos. A taxa de acúmulo das forrageiras foi maior no mês de agosto e houve incremento de proteína bruta e nutriente digestível total nas aveias e no azevém na semeadura de abril, e no trigo, nos cultivos tardios. Na média final, o mês de junho acumulou diariamente 74,6kg MS ha-1, julho de 92,4kg MS ha-1 e agosto de 129,2kg MS ha-1. A quantidade de proteína bruta global foi de 1.666,8kg e de nutriente digestível global de 6.437,8kg ha-1. Estas informações servem de parâmetro forrageiro para as áreas de terra destinadas a produção animal na entressafra do ano no Sul do Brasil.

Palavras-chave: Data de semeadura. Forrageiras de clima temperado. Taxa de acúmulo.Teores nutritivos

I. INTRODUÇÃO

O sistema de integração lavoura-pecuária que apresenta uma sucessão de produção de grãos e pastagens, surge como possibilidade de melhor o aproveitamento das áreas e aumentar a renda do produtor. As pastagens anuais de inverno suprem o déficit forrageiro de maio a setembro, pela aclimatação original com altos valores nutritivos (BONA FILHO & MARTINICHEN, 2002). As espécies de interesse agronômico como as gramíneas aveias pretas (*Avena strigosa* Schreb) e brancas (*Avena sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* L.) e o trigo (*Triticun aestivun* L.) são utilizadas nos períodos de entressafra na região sul do Brasil.

Estas forrageiras podem ser usadas na cobertura verde das áreas de lavoura, produção de forragem para alimentação animal, rotação de culturas, bem como para o manejo e conservação da fertilidade do solo (Santos *et al*., 2002). As informações a respeito da produção relacionadas às gramíneas anuais de inverno (FONTANELI, 2006, FLORES *et al*., 2008; AGUINAGA *et al*., 2008) normalmente não discutem a dinâmica produtiva e qualitativa das forrageiras que otimizam as mesmas áreas de terra no inverno com a fonte proteica das forragens e no verão com a alternativa energética dos grãos. Pois o que define a magnitude dos vazios forrageiros são as sobras ou faltas de forragem que embasa qualquer tomada de decisão acerca de planejamento forrageiro na propriedade.

Os constituintes nutricionais digestíveis das plantas (carboidratos solúveis, proteína, minerais) decrescem com a maturidade da forrageira, e aumentam as porções indigestíveis (lignina, celulose, hemicelulose) limitando a produção animal (EUCLIDES, 2000). Os nutrientes digestíveis totais ou valor energético de uma forragem pode ser determinado somando o percentual dos teores de proteínas digestíveis, extrato não nitrogenado digestível, fibra digestível e extrato etéreo digestível (NRC, 2001). A estimativa do teor dos nutrientes em função do rendimento de matéria seca da forragem serve de base para estabelecer com relativa precisão a dieta nutricional dos ruminantes. Uma vez que a proteína bruta total, somada aos nutrientes digestíveis totais constituem os componentes essenciais para o crescimento, mantença, produção e reprodução dos animais (NRC, 2001).

A época de semeadura e o material forrageiro entre outros fatores bióticos e abióticos, respondem pela produção vegetal e definem a dinâmica da produção indicando qual o acúmulo de biomassa mensal. Na prática o prolongamento da produção forrageira e a redução do intervalo entre colheitas melhoram o manejo da pastagem diminuindo a suplementação alimentar e a variação na taxa de lotação animal. O aspecto inovador deste trabalho é a avaliação da taxa de acúmulo diário das forrageiras nos meses de junho, julho e agosto. Concomitante ao rendimento de proteína bruta e nutriente digestível total, cultivados em quatro datas

ISSN 1809-3957

diferentes, visando o melhor estabelecimento e distribuição das forrageiras no inverno.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado entre 14 de março a 30 de setembro de 2008 na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, na região Sudoeste, situada fisiograficamente no Terceiro Planalto Paranaense (INMET, 2008). Nas coordenadas 25°41'35" de latitude sul e 53°05'30" de longitude oeste e 520 m de altitude (IAPAR, 2008). O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, Cfa, segundo a classificação de Köppen com precipitação média mensal de 177mm e temperatura média do mês mais frio inferior a 14,7°C e do mês mais quente acima de 25,2°C (IAPAR, 2008).

O solo pertence à Unidade de mapeamento nitossolo vermelho distroférrico úmbrico, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia e relevo ondulado (BHERING *et al*., 2008), cuja análise química revelou os seguintes teores: pH em CaCl=5,4; M.O.=29,48g dm^{-3}; P=7,08mg dm^{-3}; K=0,18cmolc dm^{-3}; Cu=5,01mg dm^{-3}; Fe=86,97mg dm^{-3}; Zn=3,61mg dm^{-3}; 213,50mg dm^{-3}; Al^{+3}=0,00cmolc dm^{-3}; H+Al=3,68cmolc dm^{-3}; Ca=5,87cmolc dm^{-3}; Mg=3,93cmolc dm^{-3}; SB=9,98cmolc dm^{-3} e V=73,06%.

A área experimental é utilizada desde 1998 no sistema plantio direto, com rotação das culturas de soja (*Glycine max* L.) e milho (*Zea mays* L.) no verão e, no inverno, aveia (*Avena spp.)* como cobertura ou trigo (*Triticum aestivun* L.) para produção agrícola. Após a colheita da soja realizaram-se tratos culturais com o uso da enxada rotativa e adubação (CQFS, 2004). O controle de invasoras e o manejo de cortes fizeram-se segundo as orientações técnicas para a cultura pela Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Aveia (1995). Não foi necessária a calagem e fez-se a fertilização básica do solo manualmente a lanço com 15kg ha^{-1} de N, 75kg ha^{-1} de P_2O_5 e 45kg ha^{-1} de K_2O no momento da semeadura. A adubação de cobertura constou de 60kg ha^{-1} de nitrogênio, na forma de uréia (45% N), dividida em três aplicações a lanço 30, 45 e 60 dias após cada data de semeadura.

O esquema fatorial empregado nos tratamentos foi 4x5, quatro épocas de semeadura e cinco cultivares num delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. As unidades experimentais tiveram uma área de 9m² (3x3), e dois m nas ruas entre os blocos, totalizando 1.400m². As datas de semeaduras foram 04 e 24 de abril, 14 de maio e 03 de junho de 2008. As cultivares utilizadas foram *Avena sativa* cv. 'IPR 126' (60kg ha^{-1}), *Avena strigosa* Schreb cv. 'IAPAR 61 Ibiporã' (60kg ha^{-1}); *Avena strigosa* cv. 'Comum' (60kg ha^{-1}); *Lolium multiflorum* Lam. cv. 'Comum' (35kg ha^{-1}) e trigo *Triticum aestivum* L. cv. 'BRS Tarumã' (140kg ha^{-1}). A semeadura foi realizada a lanço e as sementes incorporadas ao solo com o uso de ancinho a uma profundidade de 2cm.

A massa de forragem foi obtida por meio de cortes com tesoura em uma área de 0,25m^2 quando as plantas chegavam à altura pretendida. A medida foi realizada com régua na curvatura das folhas mais altas do dossel, nas aveias e no trigo 30cm e no azevém 25cm até sete centímetros em relação à superfície do solo. O final dos cortes aconteceu quando, para cada espécie, as parcelas apresentavam 80% dos perfilhos frutificados. Subsequente aos cortes amostrais, por meio de uma roçadeira costal motorizada as parcelas foram uniformizadas na altura residual padronizada para cada cultivar com a retirada do material cortado das parcelas.

As amostras colhidas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante, posteriormente pesado para determinação da biomassa seca por hectare. Das amostras principais foram subtraídas alíquotas para análise laboratorial. A massa seca foi triturada em moinho tipo Willey, com peneira de um milímetro e enviadas a ao laboratório da Universidade de Passo Fundo - RS para avaliação bromatológica, por reflectância de radiação infravermelha (NIRS), como descrito por Marten *et al*. (1985). Foi determinado o percentual de proteína bruta (PB) e nutriente digestível total (NDT) de cada forrageira estabelecendo uma média total por data de semeadura. A produção de nutrientes por hectare foi obtido pela multiplicação do teor nutritivo das plantas (%) pela produção da forrageira (kg de MS) do mesmo corte. E com a somatória das produções de todos os cortes, obteve-se o rendimento total dos nutrientes correspondente a cada semeadura.

Os critérios vinculados às plantas foram definidores do manejo de cortes, que aconteceram em momentos diferentes entre os tratamentos assim como o número de cortes. Daí a necessidade de calcular a taxa de acúmulo mensal, para comparar todos os tratamentos na mesma base de tempo. Para isso, fez-se a ponderação das taxas de acúmulo referentes a cada mês. A determinação da taxa acumulativa de matéria seca mensal (kg de MS ha^{-1} dia^{-1}) foi obtida pelo rendimento da forragem e o número de dias decorridos entre as colheitas, com a fórmula a seguir:

TADM *i* = [(TA entre os cortes *x* e *x-1* . nº dias do mês i entre os cortes *x* e *x-1*) + (TA entre os cortes *x* e *x+1* . nº dias do mês i entre os cortes *x* e *x+1*) +...] /nº dias do mês i.

Onde: TADM *i* = Taxa de acúmulo no mês *i*. Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância a 5% de significância para verificar a possível interação entre datas de semeadura e cultivares. Fez-se a comparação múltipla de média entre os tratamentos pelo teste de Duncan a 1% de significância. Para proceder às análises estatísticas, utilizou-se o programa SANEST (ZONTA & MACHADO, 1984).

III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados numéricos demonstraram a interação significativa entre o comportamento produtivo das cultivares de clima temperado e às distintas datas de semeadura (P<0,05). Nas cinco forrageiras avaliadas a média da taxa de acúmulo diário (TAD) no mês de junho foi de 114,7kg de MS ha^{-1} na semeadura em 04 de abril e 97kg de MS ha^{-1} na semeadura em 24 de abril. As cultivares de aveia não diferiram entre si na TAD, entretanto, quando observada a data de semeadura contatou-se uma diferença estatística (P<0,01). Na semeadura em 14 de maio houve diminuição da taxa de acúmulo no mês de junho em todas as forrageiras. O azevém comum e o trigo Tarumã apresentaram produções estáveis, independente da data de semeadura, com média de

ISSN 1809-3957

51,9 e 33,9kg de MS ha dia^{-1} respectivamente. As aveias IPR e IAPAR semeadas em meados de maio e colhidas em junho e julho tiveram rendimento uniforme de 70,5kg de MS ha dia^{-1} (ASSMANN *et al.*, 2010).

Tabela 1 – Médias da taxa de acúmulo diário de matéria seca no mês de junho (kg MS ha dia^{-1}) de forrageiras anuais de inverno em distintas datas de semeadura. Dois Vizinhos – Paraná, Brasil. 2010.

	Época de Semeadura				
Forrag/Data	04/04	24/04	14/05	03/06	Média*
Aveia IPR	157,1 Aa	151,4 Aa	33,7 Ac	55,5 Ab	99.3
Aveia Iapar	162,5 Aa	116,3 Ab	35,5 Ac	36,0 Ac	87,6
Aveia C	181,7 Aa	120,0 Ab	45,0 Ac	55,5 Ac	100,5
Azevém C	41,7 Bb	71,8 Ba	42,3 Ac	52,1 Ab	51,9
Trigo Tar	30,5 Bb	27,4 Cc	41,7 Aa	36,1 Ab	33,9
Média	114,7	97,0	39,6	47,0	
CV=22,7%					

CV = coeficiente de variação. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%. **Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%.
[1] $y = 163.22 – 2.1425125x$ (P = 0.00001; $r^2 = 0.7369$).
[2] $y = 168.294876 – 4.0520688x$ (P = 0.01149; $r^2 = 0.9432$).
[3] $y = 186.038121 – 4.9390311x + 0.0446703x^2$ (P = 0.00062; $r^2 = 0.9588$).
[4] $y = 41.727499 + 4.6364168x – 0.19788125x^2 + 0.002058333x^3$ (P = 0.01576; r^2 =1.0000).
[5] P >0.05.

A semeadura em 03 de junho não apresentou diferença na taxa de acúmulo diário em relação às cultivares, pois se trata do primeiro mês de crescimento das plantas. Quando se deseja uma quantidade maior de forragem diária em junho, preferencialmente a semeadura deve ser feita em 04 de abril ou 24 de abril. O azevém comum e o trigo Tarumã, apresentaram TAD semelhante à aveia quando semeados em maio e junho, e na semeadura do início do mês de abril, apresentou a menor TAD em kg de MS ha^{-1}. A aveia preta diminui o crescimento e a germinação e afetada, reduzindo a oferta de forragem nos meses mais frios do ano (DEL DUCA & FONTANELI, 2006).

A taxa de acúmulo diário no mês de julho referente à semeadura em 04 de abril a aveia IPR somou 241,4kg MS ha^{-1}, e foi o maior rendimento entre as cinco cultivares analisadas (Tabela 2). A aveia IAPAR, aveia preta comum e azevém comum renderam em média 141,2kg MS ha^{-1} dia^{-1} e não diferiram entre si (P>0,01). Ao contrário, o trigo Tarumã viabilizou 30,5kg MS ha^{-1} dia^{-1} para o mês de julho, quantidade baixa de matéria seca se comparada às outras cultivares, pelo típico comportamento hiberno-primaveril desta espécie.

Na semeadura de 24 de abril, a produção diária das três aveias para o mês de julho foi constante, enquanto que o azevém diminuiu em relação à semeadura precedente (79,1kg de MS ha^{-1} dia^{-1}). Semeando em 14 de maio, houve diminuição acentuada de TAD em julho nas aveias IPR e IAPAR (42,4 e 43,1kg MS ha^{-1}), demonstrando que nestas forrageiras quando mais tardio for o plantio menor será o efeito acumulativo de forragem. Por sua vez, a aveia preta comum, destacou-se em relação às demais cultivares, mantendo elevada a produção diária de biomassa seca até a terceira avaliação. A semeadura de 03 de junho inferiu nas cinco forrageiras um decréscimo acentuado na TAD com media de 48,0kg MS ha^{-1} no mês de julho (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias da taxa de acúmulo diário de matéria seca no mês de julho (kg de MS ha dia-1) de forrageiras anuais de inverno em distintas datas de semeadura. Dois Vizinhos – Paraná, Brasil. 2010.

	Época de Semeadura				
Forrag/Data	04/04	24/04	14/05	03/06	Média
Aveia IPR	241,4 Aa	194,1 Ab	42,4 Bb	54,3 Ab	133,0
Aveia Iapar	157,1 Ba	127,6 Aba	43,1 Bb	39,5 Ab	91,7
Aveia C	129,6 Bb	177,1 Aba	127,9 Ab	58,0 Ac	123,1
Azevém C	136,9 Ba	79,1 CDb	42,3 Bc	52,1 Ac	77,7
Trigo Tar	30,5 Cb	37,1 Da	41,7 Ba	36,1 Aa	36.3
Média	139,1	123,0	59,5	48,0	
CV= 26,9%					

CV = coeficiente de variação. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%. **Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%.
[1] $y = 254.774624 – 5.7831438x + 0.03697344x^2$ (P = 0.00001; $r^2 = 0.8799$).
[2] $y = 157.435500 – 2.1859750x$ (P = 0.00001; $r^2 = 0.8975$).
[3] $y = 133.449249 + 3.0780251x – 0.07330000x^2$ (P = 0.00026; $r^2 = 0.9601$).
[4] $y = 138.219875 – 3.9928188x + 0.04227969x^2$ (P = 0.01235; r^2 = 0.9939).
[5] P>0.05.

Possivelmente na fase inicial de crescimento das cultivares, a temperatura menor no mês de junho e poucas horas de insolação, tenham influenciado no desenvolvimento das forrageiras. Os resultados de Flaresso *et al*. (2001), indicaram o mês de abril para semear gramíneas temperadas, onde a aveia preta produziu mais que o azevém em quatro datas de cultivo. O dinamismo forrageiro de inverno sofre influências relacionadas às épocas de semeadura e aos fatores edafoclimáticos como a temperatura e a radiação interferindo no crescimento e desenvolvimento das forrageiras (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). Os extremos térmicos se elevam nos meses de inverno induzindo as alterações no ciclo das culturas reduzindo o numero de dias da emergência ao florescimento nas aveias de ciclo tardio (LEITE *et al.*, 2009).

No acúmulo de biomassa seca no mês de agosto houve interação entre data de cultivo e material forrageiro, onde as mesmas diferem entre si e entre os períodos de implantação (P<0,05). Na semeadura em 04 de abril a taxa de acúmulo diário de matéria seca por hectare no mês de agosto foi de 248,2kg na aveia IPR, 177,5kg na IAPAR, 168,6kg no azevém comum e 71,5kg e no trigo Tarumã (Tabela 3). Semeando em 24 de abril a aveia IPR teve a maior TAD em todo o período de experimento com 297,2kg MS ha^{-1} disponível para o mês de agosto. O azevém comum, o trigo Tarumã e a aveia IAPAR não diferiram significativamente e a aveia preta comum diferiu na TAD de 53,1kg MS ha^{-1}. Filho *et al.* (2003) verificaram um crescimento máximo diário de azevém de 92,6kg MS ha^{-1} no mês de setembro quando a semeadura foi realizada em abril.

ISSN 1809-3957

Tabela 3 – Médias da taxa de acúmulo diário de matéria seca no mês de agosto (kg MS ha dia^{-1}) de forrageiras anuais de inverno em distintas datas de semeadura. Dois Vizinhos – Paraná, Brasil. 2010.

	Época de Semeadura				
Forrag/Data	04/04	24/04	14/05	03/06	Média
Aveia IPR	248,2 Aa	297,2 Aa	143,1 Ab	111,3 Abc	199,9
Aveia Iapar	177,5 Aa	140,4 Ba	168,6 Aa	72,8 Abc	139,7
Aveia C	0 Bc	53,1 Cb	161,2 Aa	133,4 Aa	86,9
Azevém C	168,6 Aa	102,3 BCb	96,7 Ab	110,5 ABb	119,5
Trigo Tar	75,5 Bb	173,2 Ba	109,3 Ab	36,1 Bc	97,5
Média	133,2	153,2	135,8	92,8	
CV=31,1%					

CV = coeficiente de variação. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%. **Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%.

[1] $y = 284.659257 – 2.8239126x$ (P = 0.00003; $r^2 = 0.6973$).

[2] $y = 182.755753 - 1.4303376x$ (P = 0.00451; $r^2 = 0.6069$).

[3] $y = 10.734250 + 2.5409625x$ (P = 0.00006; $r^2 = 0.7889$).

[4] P>0,05.

[5] $y = 79.367250 + 5.7046125x - 0.10925312x^2$ (P = 0.00047; $r^2 = 0.8816$).

Na semeadura em 14 de maio a taxa média diária das forrageiras acumuladas no mês de agosto foi de 135,8kg MS ha^{-1}, não havendo diferenças entre os materiais pesquisados (P>0,01). A aveia preta comum de ciclo curto não produziu no mesmo nível das outras cultivares em decorrência de sua baixa longevidade genética. Este germoplasma nos cultivos de maio e junho acumulou para o mês de agosto a média diária de 147,3kg de MS ha^{-1} (Tabela 3). A média geral da TAD da semeadura em 03 de junho decresceu para 92,8kg MS ha^{-1} disponibilizando menos forragem no mês de agosto. O azevém comum, aveias IPR e IAPAR, confirmaram seu genótipo longevo e produtivo e o trigo Tarumã rendeu menos (36,1kg MS dia^{-1} ha^{-1}). Lupatini *et al*. (1998) na região de Santa Maria – RS, semeando aveia preta consorciado com azevém no final do mês de maio, utilizando quantidades crescentes de nitrogênio, chegaram na media de 96kg de MS ha^{-1} dia^{-1}.

Dentre os fatores que influem a produtividade das pastagens o crescimento vegetal aferido na altura ou a taxa de acúmulo diário de matéria seca representam ganhos relacionados com o índice de área foliar. Neste ensaio os cortes foram pré-estabelecidos em função da altura para cada espécie de pastagem, para as aveias 30cm. Concordando com o estudo de Cassol (2003) que orientou manejos de pastagens em padrões de altura não superiores a 30cm possibilitando incrementos de matéria seca. Nas médias finais da produção vegetal em relação às datas de semeadura, o acúmulo de biomassa seca diária no mês de junho foi de 74,6kg MS ha^{-1}, julho 92,4kg MS ha^{-1} e agosto 129,2kg MS ha^{-1} (Tabela 1, 2, 3). Estas informações servem de parâmetro forrageiro para as áreas de terra destinadas a produção animal na entressafra do ano.

Ocorreu interação significativa entre os teores de proteína bruta total e as datas de semeadura, demonstrando que a qualidade das forrageiras se altera em relação aos períodos de estabelecimento das cultivares (P<0,05). A época de semeadura e um fator que determina as variáveis ambientais que estarão interagindo com a genética da planta, podendo, em termos práticos, antecipar ou retardar a queda do valor nutritivo. Na semeadura em 04 de abril as aveias determinaram mais proteína bruta total por hectare, em comparação ao azevém e o trigo (Tabela 4). Não havendo diferença significativa entre a aveia IPR que resultou em 3.651kg e a IAPAR 3.463kg PBT ha^{-1} (P>0,01). O percentual de proteína bruta de 25% com produção de matéria seca de 7ton ha^{-1} rendeu 1.750kg PBT ha^{-1} nas aveias forrageiras estudadas por Alvin *et al*. (2006). O elevado teor de proteína bruta total das aveias IPR e IAPAR se deve ao ciclo vegetativo longo destas forrageiras. Que se estende de junho até início do mês de setembro aumentando o número de cortes e o acúmulo de biomassa quando comparado a aveia preta comum que produziu nesta mesma época de plantio 2.712kg PBT ha^{-1} (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias do teor de proteína bruta total de forrageiras anuais de inverno (kg PBT ha^{-1}) em distintas datas de semeadura. Dois Vizinhos – Paraná, Brasil. 2010.

	Época de Semeadura				
Forrag/Data	04/04	24/04	14/05	03/06	Média
Aveia IPR	3.651 A	4.062 Aa	1.470 Bc	1.348 Ac	2.633
Aveia Iapar	3.463 Aa	3.397 Ba	1.535 Bb	766 Bc	2.290
Aveia C.	2.712 B	2.429 Cb	2.285 Ab	1.056 Ac	2.120
Azevém C.	1.817 C	1.309 Db	902 Cc	912 Ac	1.235
Trigo Tar	853 Dc	1.266 Da	1.595 Ba	1.290 Aa	1.301
Média**	2.499	2.533	1.557	1.595	1.301
CV= 14,6%					

CV = coeficiente de variação. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%. **Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%.

[1] $y = 4.058 – 47.5046249x$ (P = 0.00001, $r^2 = 0.7421$).

[2] $y = 3608.084914 – 23.4438710x – 0.43890630x^2$ (P = 0.01920; $r^2 = 0.9242$).

[3] $y = 2651.307494 + 9.9359989x – 0.59168748x^2$ (P = 0.00305; $r^2 = 0.9534$).

[4] $y = 1703.477507 – 15.6098748x$ (P = 0.00017; $r^2 = 0.8709$).

[5] $y = 855.432494 + 41.6472496x – 0.57406249x^2$ (P = 0.00375; $r^2 = 0.9996$).

Semeando em 24 de abril houve disparidade entre os três genótipos de aveias, onde a IPR produziu 4.062kg, a IAPAR 3.397kg e a aveia comum 2.429kg PBT ha^{-1} no decorrer do tempo (P<0,01). O trigo e o azevém não se distinguiram estatisticamente, ambos apresentaram a menor produção de proteína por hectare, mas o trigo aumentou o teor de PBT em relação à primeira data de semeadura (Tabela 4). O trigo Tarumã teve desenvolvimento tardio, postergando a produção de massa seca e o percentual de PBT, resultando no incremento de nutrientes a partir do mês de julho. Moreira et al. (2001), verificaram que a produção da aveia IAPAR e aveia preta comum foram de 1.298kg de PBT ha^{-1}. Dentre as cultivares, o azevém comum produziu menos proteína na semeadura em 14 de maio (902kg ha^{-1}) e reduziu seu valor em relação às semeaduras precedentes (Tabela 4). A aveia e o azevém consorciados e sob pastejo animal produziram 2.370kg de proteína bruta (LUPATINI *et al*., 1998). Na região sudoeste do Paraná o cultivo de aveia preta e azevém no mês de abril é prática comum, onde os ciclos das forrageiras se complementam com distribuição uniforme na estação fria do ano. Na semeadura de 03 de junho o trigo e a aveia IPR mantiveram a produtividade em

ISSN 1809-3957

relação à semeadura anterior com 1.290kg e 1.348kg PTB ha^{-1}, enquanto a IAPAR produziu 766kg e o azevém 912kg PBT ha^{-1} (Tabela 4).

Ao final da pesquisa a aveia IPR resultou no maior rendimento médio total de proteína bruta com 2.633kg ha^{-1} computando às quatro datas de semeadura. A média alta de proteína obtida neste trabalho provavelmente ocorreu devido aos cortes realizados em função da altura de plantas e não em dias pré-estabelecidos, o que promoveu maior número de perfilhos e folhas novas, que apresentam maior teor de nitrogênio, consequentemente maior teor de proteína bruta. Rocha *et al*. (2007) relataram diminuição nos teores de proteína bruta em cultivares de azevém na medida em que os cortes foram acontecendo. Gomes & Reis (1999) em três anos de pesquisa demonstraram que a frequência de corte influencia nos aspectos quantitativos e qualitativos das forrageiras. Na região sudeste do Brasil, a aveia preta semeada em três épocas distintas, com intervalo de avaliação de trinta dias os níveis de proteína bruta foram crescente nos meses de abril a junho (FEROLLA, 2005).

Houve interação entre as espécies forrageiras e as datas de semeadura com os teores médios de nutrientes digestíveis totais (P<0,05). A quantidade de NDT foi diferente entre as forrageiras na medida em que se modificaram os momentos de estabelecimento das cultivares (P<0,01). Semeando em 04 de abril a aveia IPR proporcionou 12.719kg, a IAPAR 10.719kg e a aveia preta comum 8.689kg NDT ha^{-1} (Tabela 5). O azevém foi significativamente inferior às aveias (6.392kg NDT ha^{-1}) e em menor proporção o trigo com 3.591kg NDT ha^{-1}. Na semeadura em 24 de abril as aveias tiveram quantidades superiores de NDT, diferindo estatisticamente entre si (P<0,01).

As condições edafoclimáticas contribuíram nesta estação do ano promovendo elevadas produções de matéria seca e consequentemente de nutrientes digestíveis totais, somado ao fato das aveias melhoradas (IPR e IAPAR) terem distribuição estacional prolongada e maior rendimento nutritivo. A semeadura em 14 de maio resultou no alto teor de NDT na aveia preta comum com 7.436kg ha^{-1} em relação às forrageiras cultivadas na mesma época (Tabela 5). Esta cultivar anual de inverno tem ciclo vegetativo curto, alta produção e valor nutritivo e é bem adaptado ao Sul do Brasil (FLOSS *et al*., 2008). As aveias IPR (5.218kg ha^{-1}) e IAPAR (5.078kg ha^{-1}) não diferiram entre si, e o azevém produziu menos NDT (3.622kg ha^{-1}). Correlacionando os níveis de NDT com a produção de matéria seca das aveias forrageiras foi possível estimar rendimentos de 6.000kg NDT por hectare nos trabalhos da Embrapa (2002) e Noro *et al*. (2003).

A semeadura em 03 de junho verificou-se o menor teor de NDT por hectare nas cinco cultivares (3.829kg ha^{-1}), pela mudança das condições climáticas. Especialmente na aveia preta comum que computou 4.254kg e a aveia IAPAR com 2.585kg NDT ha^{-1}. Há exceção do trigo com 4.194kg NDT ha^{-1} permanecendo estável. O azevém e o trigo são pastagens de distribuição vegetativa ao final do inverno e na primavera na região sudoeste do estado do Paraná (MONTEIRO et al., 2008). O NDT possui correlação direta com a proteína bruta e inversamente ao teor de fibra, e quanto mais tardias forem às semeaduras no inverno, menor é o ciclo vegetativo das cultivares de clima temperado. Com o menor fotoperíodo e a temperatura mais baixa o desenvolvimento das plântulas é comprometido, afetando o índice de área foliar e a fotossíntese. Dessa maneira o valor energético dos materiais forrageiros é prejudicado, assim como a palatabilidade, a digestibilidade e o consumo. Os teores nutritivos relacionados às cinco forrageiras nas quatro épocas de semeadura na média final por hectare ficaram em 1.668,8kg de PBT e 6.437,8kg de NDT (Tabela 1, 2).

Tabela 5 – Médias do teor de nutriente digestível total de forrageiras anuais de inverno (kg NDT ha^{-1}) sob distintas datas de semeadura. Dois Vizinhos – Paraná, Brasil. 2010.

		Época	de	Sem	
Forrag./Dat	04/04	24/04	14/05	03/06	Média
Aveia IPR	12.719 Ab	13.207 Aa	5.218 Bc	4.695 Ac	8.960
Aveia Iapar	10.848 Ba	10.619 Ba	5.078 Bb	2.585 Bb	7.282
Aveia C	8.689 Ca	7.755 Cb	7.436 Ab	4.254 Ac	7.033
Azevém C	6.392 Da	5.069 Db	3.622 Cc	3.415 ABc	4.624
Trigo Tar	3.591 Ec	5.010 Da	4.367 BCb	4.194 Ab	4.290
Média**	8.448	8.332	5.144	3.829	
CV=9,6%					

CV = coeficiente de variação. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%. **Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente entre si (P<0,01) pelo Teste de Duncan a 1%.

[1] $y = 13768.820093 – 160.2990009x$ (P = 0.00001; $r^2 = 0.7985$).

[2] $y = 11266.823865 – 66.7813165x – 1.41473434x^2$ (P = 0.00179; $r^2 = 0.9312$).

[3] $y = 8515.009705 + 16.1892609x – 1.40493759x^2$ (P = 0.00188; $r^2 = 0.9456$).

[4] $y = 6157.640161 – 51.5942538x$ (P = 000001; $r^2 = 0.9276$).

[5] $y = 3727.089948 + 67.4307486x - 1.031174995x^2$ (P = 0.01390; $r^2 = 06690$).

IV - CONCLUSÕES

As datas de semeadura interferem na dinâmica da produção das forrageiras anuais de inverno, mas de modo diferente para cada cultivar. De maneira geral, deve-se evitar semeadura após o final de abril, pois diminui sobremaneira a produção de forragem nos meses de junho, julho e agosto, que são momentos críticos da alimentação dos ruminantes no Sul do Brasil. Há correlação direta entre produção e valor nutritivo das espécies. As elevadas produções de PBT e NDT ocorreram na semeadura do mês de abril, com destaque para as aveias de ciclo longo. Podendo ser indicadas no regime de corte para a região sudoeste do Paraná.

V - AGRADECIMENTO

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, que subsidiou as análises bromatológicas da presente pesquisa.

V - REFERÊNCIAS

AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.DE.; ANGUINONI, I. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1523-1530, 2008.

ISSN 1809-3957

ASSMANN, T.S.; ASSMANN, A.L.; ASSMANN, J.M. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1387-1397, 2010.

ALVIM, J.M. **Aveia e azevém: forrageiras alternativas para o período de seca.** Brasília: EMBRAPA, 2006. 2p.

BONA FILHO, A.; MARTINICHEN, D. Produção de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária, Pato Branco. In: I ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA DO SUL DO BRASIL, editores Nilvana Aparecida de Mello e Tangriani Simioni Assmann 2002, Pato Branco. **Anais…** Pato Branco, CEFET-PR, 2002, p.133-148.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; BOGNOLA, I.A. et al. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 2008. 74p.

COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA (Passo Fundo). **Recomendações tecnológicas para o cultivo da aveia**. Passo Fundo: Gráfica e Editora UPF-Faculdade de Agronomia, 1995. 50p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** 2003. 143f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CHAPMAN, D.F; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: s. ed., 1993. p.95-104.

DEL DUCA, L.J.A.; FONTANELI, R. **Trigo duplo-propósito pode antecipar renda na safra de inverno.** 2006. Disponível em: <http://www.portaldoagronegócio.com.br/conteúdo.php?id=23168.htm> Acesso em: 12 dez. 2008.

EUCLIDES, V.P.B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 65p.

FEROLLA, F.S.; VÁSQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. et al. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1512-1517, 2007 (supl.).

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Época e densidade de semeadura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1969-1974, 2001.

FILHO, D.C.; NEUMANN, M.; RESTLE, J. et al. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) fertilizada com dois tipos de adubo. **Ciência Rural**, v.33, p.143-149, 2003.

FLOSS, E.L.; MELLO, N.; BESUTTI, A. et al. Ensaio preliminar de aveias forrageiras, Passo Fundo, 2007. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 28., 2008, Pelotas. **Resultados experimentais...** Pelotas: UFPel, 2008. p.453-457.

FLORES, J.P.C; CASSOL, L.C.; AGUIHINONI, I. et al. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistemas de integração lavoura-pecuária submetidos a pressões de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência da Solo**, v.32, p.2385-2396, 2008a.

FONTANELI, R.S. **O trigo na integração lavoura-pecuária**. Disponível em: <http://www.embrapa.gov.br/imprensa/artigos/2006/artigo.htm> Acesso em: 20 dez. 2010.

GOMES, J.F.; REIS, J.C.L. Produção de forrageiras anuais de estação fria no litoral do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.668-674, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET - Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Estação Automática Dois Vizinhos – PR, 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. [2008]. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/aveiapreta/aveiabrancapreta.html> Acesso em: 25 nov. 2008.

LEITE, J.G.D.B; FEDEREZZI, L.C.; BERGAMASCHI, H. Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a fenologia da aveia na região da depressão central do estado do Rio Grande do Sul. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 29a, 2009. **Resultados experimentais.** Porto Alegre: UFRGS, 2009. p.40-43.

LUPATINI, G.C.; RESTLE, J.; CERETA. et al. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo, submetida a níveis de nitrogênio. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1939-1943, 1998.

MARTEN, G.C. et al. **Near infrared reflectance spectroscopy (**NIRS). Washington: USDA, 1995. 110p.

MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; PRADO, I.N. et al. Avaliação de aveia preta cv IAPAR 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. **Acta Scientiarum**, v.23, p.815-821, 2001a.

MONTEIRO, A.L.G.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C. et al. Caracterização dos sistemas integrados de agricultura-pecuária. In: **Produção de leite em sistemas integrados de agricultura-pecuária**. Curitiba: Emater, 2008. 88p.

NORO, G.; SIMONE, N.S.B.; FONTANELI R.S. et al. Gramíneas anuais de inverno para produção de forragem: avaliação preliminar de cultivares. **Revista Brasileira Agrociência**, v.7, p.35-40, 2003.

ISSN 1809-3957

NATIONAL RESEARCH COUCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. rev. ed. Washinton, D.C., 2001. 381p.

ROCHA, M.G.; PEREIRA, L.E.T.; SCARAVELLI et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.36, p.7-15, 2007.

SANTOS, H.P.; FONTANELI. R.S.; BAIER, A.C. et al. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002, 142p.

VAN SOEST, P.J.; MOORE, L.A. New chemical method for analisys of forages for the purpose of predicting nutritive value. In: **PROC. IX INTER. GRASS. CONG**. São Paulo, 1966. p.783-789.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D. SANEST – **Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: UGPEL, 1984.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

NEOSPORA CANINUM: POTENCIAIS IMPACTOS ECONÔMICOS NA BOVINOCULTURA LEITEIRA BRASILEIRA

RAFAEL ROMERO NICOLINO[1]; RENATO DE OLIVEIRA CAPANEMA[1]; CAMILA STEFANIE F. OLIVEIRA [1]; MISAEL E. OVIEDO-PASTRANA; LUCIANO BASTOS LOPES[2]; JOÃO PAULO AMARAL HADDAD[1]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS; 2 – EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL
rafael.nicolino@gmail.com

Resumo - Há muitos anos tem-se reconhecido que as doenças dos animais de produção geram um impacto econômico significativo na produtividade animal e incorre em custos substanciais para a sociedade moderna. Este reconhecimento deu origem a várias pesquisas com o objetivo de estimar a dimensão dos impactos econômicos e avaliar os custos e benefícios das diferentes estratégias de controle das doenças, visando alternativas que sejam economicamente viáveis no contexto econômico do local estudado e tempo de análise. A neosporose é uma das doenças dos bovinos com maior impacto em rebanhos leiteiros, sendo responsável por perdas estimadas em mais de 1.2 bilhões de dólares apenas considerando abortos, principal sintoma expresso por uma vaca doente, no entanto o impacto total da doença é ainda maior. Estimar o custo da doença a partir de dados provenientes de rebanhos brasileiros é de fundamental importância na adoção de medidas de controle e prevenção economicamente viáveis para a realidade da bovinocultura leiteira do Brasil.

Palavras-chave*: Neospora caninum, Impacto econômico, Bovinocultura de leite, Epidemiologia, Brasil.*

I. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de leite no Brasil produziu no ano de 2013 mais de 35 bilhões de litros de leite, terceira maior produção mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e Índia, gerando emprego para quatro milhões de trabalhadores (IBGE, 2013). Apesar da expressiva produção de leite no Brasil, ainda persiste a baixa produtividade do rebanho nacional (EMBRAPA, 2011). Reverter este quadro representa um grande desafio para pesquisadores, extensionistas e todos aqueles que objetivam o desenvolvimento da pecuária leiteira.

Diagnosticar e controlar fatores que afetam a reprodução tem um impacto importante para que propriedades leiteiras tenham condições de produzir animais saudáveis capazes de gerar uma produção satisfatória. Estes animais podem ser utilizados tanto como fonte de renda ou de reposição dos animais descartados, o que torna a eficiência reprodutiva um dos principais fatores para a viabilidade econômica da propriedade leiteira em todo o mundo (Anderson *et al*., 2000; Dubey *et al.*, 2007).

O *Neospora caninum* é um protozoário que tem o cão e os canídeos selvagens como hospedeiros definitivos e, ainda, uma grande variedade de espécies domésticas como hospedeiros intermediários. Desde o relato inicial em 1984, em cães na Noruega (BJERKAS *et al.*, 1984) e do isolamento e descrição de um novo gênero e espécie denominada *Neospora caninum* (DUBEY *et al.*, 1988), a neosporose tem emergido como uma das principais doenças que causam impacto econômico em rebanhos bovinos em todo o mundo (HADDAD *et al.*, 2005; DUBEY *et al.*, 2007).

As grandes perdas econômicas relacionadas à neosporose em rebanhos leiteiros ocorrem devido às falhas reprodutivas que sucedem a infecção, especialmente os casos de abortos, retenção de placenta, retorno ao cio e perda da produção leiteira. Estima-se que 20% de todos os abortos que ocorrem no Brasil, Holanda e Estados Unidos podem estar associados à neosporose (DUBEY *et al*., 2007); embora estes tenham sido os países para os quais a estimativa foi feita, a expectativa é que a neosporose seja responsável por uma parcela importante dos abortos em todos os países que possuem a doença.

Estimar o impacto econômico da neosporose é fundamental na busca de melhores resultados para a cadeia produtiva de leite no Brasil. Para esta análise, é essencial conhecer e estimar os efeitos físicos da doença em animais de rebanhos leiteiros. Este artigo possui o objetivo de compilar e discutir informações dos possíveis impactos da neosporose a partir de dados nacionais para que as medidas de controle e prevenção sejam tomadas visando a maior eficiência econômica.

II. REVISÃO DE LITERATURA

A neosporose causa grandes impactos na cadeia agropecuária em todo o mundo. Em cães o protozoário pode causar graves sintomas neurológicos, já em vacas (e ocasionalmente em cabras e ovelhas) o aborto é o principal sintoma manifestado. Nos equinos a doença clínica tem sido associada principalmente pela espécie *Neospora hughesi* (Dubey *et al*., 2007).

Alguns poucos estudos brasileiros demonstram as prevalências da infecção pela *Neospora caninum* em cães, entre 10% dos cães no Sul de Minas Gerais (Nogueira, 2013) a 33% dos cães em propriedades leiteiras no estado do Paraná (Locatelli-Dittrich *et al*., 2008), demonstrando que o cão possui papel epidemiológico determinante na transmissão do parasita.

Trabalhos relataram a presença de anticorpos em guaxinins, camelos, suínos, cavalos, gatos, raposas, coiotes

ISSN 1809-3957

e outros animais selvagens, o que pode representar um fator de risco devido a uma maior proximidade dos animais de produção com animais de vida livre (Dubey *et al*., 2011)

Hospedeiros e fases infecciosas

O parasita possui um ciclo de vida denominado heteroxeno, sendo os coiotes (*Canis latrans*) e os cães (*Canis familiaris*) os únicos hospedeiros definitivos reconhecidos (Mcallister *et al*., 1998; Gondim *et al*., 2004). Os bovinos e outros ruminantes atuam como hospedeiros intermediários no ciclo. O protozoário apresenta três formas infecciosas, denominadas: Taquizoíta, Bradizoíta e Esporozoíta.

A taquizoíta é a forma de multiplicação rápida e de fase aguda do protozoário, podendo infectar e se multiplicar em neurônios, células endoteliais, células hepáticas e nos trofoblastos da placenta. A bradizoíta é a forma de multiplicação lenta, sendo encontrada dentro de cistos tissulares em tecidos de animais infectados. Em fetos bovinos e bezerros infectados, os cistos podem ser encontrados no cérebro e medula espinhal. Tanto a forma taquizoíta quanto a bradizoíta ocorrem nos tecidos dos hospedeiros intermediários e definitivos, sendo que o hospedeiro definitivo adquire a infecção através da ingestão de tecidos contaminados, geralmente fetos e restos placentários, contendo os cistos tissulares com bradizoítas. A forma esporozoíta ocorre dentro de oocistos excretados apenas pelas fezes dos hospedeiros definitivos na forma não esporulada, que esporulam logo após serem eliminados, e, ao infectar o ambiente, os bovinos podem ingerir os oocistos tornando-se infectados (Dubey *et al*., 2007).

Vários estudos demonstram a importância dos restos de tecidos placentários de vacas infectadas como fonte de infecção para os cães mantendo o ciclo do parasita dentro do rebanho e dispersando para rebanhos vizinhos. Piergili *et al*. (2003) isolaram amostras viáveis do parasita em apenas 20 gramas de placenta de vacas infectadas durante três gestações consecutivas, enquanto que Dijkstra *et al*. (2001) demonstraram que cães alimentados com placentas de vacas infectadas posteriormente eliminaram oocistos em grandes quantidades pelas fezes. O esquema de infecção dos hospedeiros definitivos e intermediários e as formas infecciosas de cada fase do *Neospora caninum* estão demonstrados na Figura 1, adaptada de Dubey, 2003.

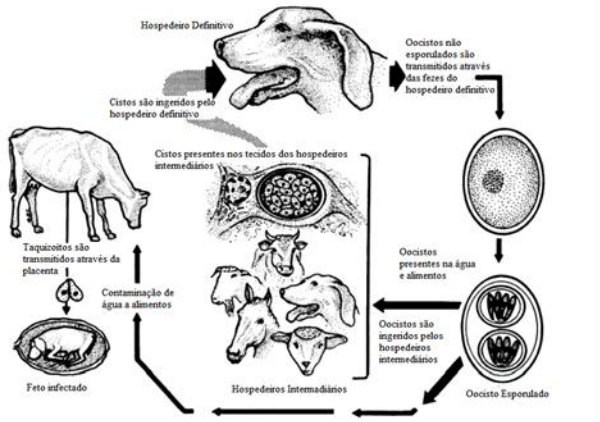


Figura 1. Relação dos hospedeiros definitivos e intermediários e as fases de vida infeciosa do *Neospora caninum*. Adaptada de Dubey, 2003.

Mecanismos de transmissão do *Neospora caninum*

A transmissão da neosporose nos bovinos ocorre de forma muito eficiente, de modo que tanto a via horizontal como a vertical são importantes formas de infecção. A transmissão horizontal ocorre quando o bovino ingere a forma esporulada do oocisto, que foi liberada pelo hospedeiro definitivo através das fezes em um local como o pasto ou fonte de água. A transmissão vertical ocorre entre a fêmea prenha infectada e o feto através dos taquizoítos presentes na placenta, sendo a via responsável por difundir e perpetuar a infeção em um rebanho já infectado (Dubey *et al*., 2007).

Os termos transmissão exógena transplacentária e transmissão endógena transplacentária foram propostas para melhor descrever a origem e a rota de infecção nos fetos bovinos (Trees e Williams, 2005). A transmissão exógena transplacentária ocorre após a infecção primária por oocistos liberados pelo hospedeiro definitivo no ambiente e a consequente infecção de uma vaca prenha, enquanto que a transmissão endógena transplacentária ocorre em rebanhos infectados persistentemente e que durante a gestação, da vaca previamente infectada, transmite o parasita para o feto, que passa a ser infectado.

A transmissão endógena pode levar ao aborto ou ao nascimento de um bezerro saudável, porém infectado persistentemente. A persistência da infecção no rebanho ao longo do tempo é alcançada principalmente através da transmissão vertical, podendo a vaca infectada transmitir o protozoário por várias gerações consecutivas ou de forma intermitente. Vários trabalhos ao redor do mundo relatam altas taxas de infecção vertical, entre 44% (Bergeron *et al*., 2000) 63% (Romero *et al*., 2005), 73% (Dijkstra *et al*., 2003), 85% (Björkman *et al*., 2003) e 93% (Schares *et al*., 1998).

No Brasil, Santos *et al*. (2012) observaram uma taxa de transmissão vertical de 29% em rebanhos leiteiros do estado de Minas Gerais, Cardoso *et al*. (2012) relataram taxas de 50%, 83% e 84% em rebanhos leiteiros de diferentes localidades do estado de São Paulo e Hein *et al*. (2012) relataram uma taxa de 70% em rebanhos leiteiros do Rio Grande do Sul. As taxas encontradas no Brasil e no mundo são variáveis porém sempre importantes, e de acordo com Dijkstra *et al*. (2003) as taxas de infecção vertical tendem a diminuir com o aumento do número de lactações das vacas, sugerindo que estes animais desenvolvem uma imunidade preventiva para a transmissão endógena.

Apesar de a transmissão vertical ser a rota principal e mais comum em rebanhos leiteiros, modelos teóricos demonstram que a infecção não seria sustentada sem a transmissão horizontal (French *et al*., 1999). Estudos brasileiros demonstram taxas de transmissão horizontal em torno de 2,5% em rebanhos de Minas Gerais (Santos *et al*., 2012) e de 3,8% em rebanhos leiteiros de São Paulo (Piagentini *et al*., 2012). Cardoso *et al*. (2012) cita que apesar de ser importante, a transmissão horizontal geralmente ocorre em pequenas taxas nos rebanhos leiteiros e não aparenta ser a rota principal de infecção, mas aumenta o risco das vacas se tornarem soropositivas ao longo dos anos. As diferenças observadas nas taxas de transmissão horizontal de cada estudo devem ser entendidas como uma expressão das diferentes formas de manejo dos animais e exposição a cães, hospedeiros definitivos que estão presentes na grande maioria das propriedades leiteiras do Brasil.

ISSN 1809-3957

A transmissão horizontal é associada ao cenário epidemiológico dos surtos de aborto, onde uma infecção pontual e horizontal deve ocorrer para a entrada do parasita no rebanho e um aumento da soropositividade de animais do rebanho com o passar dos anos, devido à exposição ao risco de infecção horizontal e vertical. Schares *et al.* (1998) inferiram que a transmissão vertical está relacionada com casos endêmicos de aborto e a transmissão horizontal está associada aos casos de surtos de aborto.

Manifestação clínica da *Neospora caninum* em bovinos - Aborto

O aborto é o principal sinal clínico manifestado por bovinos adultos infectados pelo *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros e de corte. A morte fetal ocorre geralmente entre o terceiro e oitavo mês de gestação principalmente em animais primíparas. Os bezerros nascidos infectados podem se apresentar clinicamente normais ou com sintomas neurológicos, podendo transmitir o parasita em futuras gestações. (Thurmond e Hietala, 1997; Anderson *et al*., 2000; Trees e Williams, 2005; Dubey *et al.*, 2007).

O processo que leva ao aborto tem seu início através de uma parasitemia tanto advinda da via exógena quanto da via endógena. O parasita se estabelece no septo caruncular maternal após ultrapassar o vilo placentário. Para que o aborto ocorra, o feto ou a placenta devem sofrer danos decorrentes da multiplicação do parasita ao se instalar na placenta ou no tecido fetal (Dubey *et al*., 2007).

Os quadros de aborto nas propriedades podem ser endêmicos ou epidêmicos, com casos em que mais de 33% das vacas de rebanhos leiteiros abortaram em intervalos de apenas poucos meses (Corbellini *et al.*, 2000; Tiwari *et al*., 2007; Trees e Williams, 2005; Bartels, C. J. M. *et al.*, 2006).

Os animais soropositivos possuem chances elevadas de apresentar casos de abortos em relação aos animais soronegativos, uma chance até 7,1 vezes maior segundo trabalhos brasileiros (Hein *et al*., 2012). O pico de anticorpos é observado entre o quarto e quinto mês antes do parto e tende a declinar em até dois meses pós-parto ou aborto. Segundo Dubey *et al.*, (2007), mais de 20% de todos os abortos que ocorrem no Brasil, Holanda e Estados Unidos podem estar associados à neosporose, como citado anteriormente.

Diagnóstico

No diagnóstico sorológico, são utilizadas as técnicas de imunofluorescência indireta, ELISA e teste de aglutinação direta. O sorodiagnóstico serve para a avaliação da exposição e do risco de infecção do rebanho, e não para determinar se uma vaca abortou por neosporose, muitas das vezes o achado pode ser acidental. Pode ser utilizado, por exemplo, para comparação entre os títulos sorológicos de vacas com histórico de aborto com os das que não abortaram, para determinar se existe associação significativa entre os títulos anti-*Neospora caninum* e o aborto. Em soros fetais, a titulação de 1:25 é considerada específica no diagnóstico de neosporose. Portanto, a presença de anticorpos anti-*Neospora caninum* em soros bovinos pode auxiliar no esclarecimento da causa de abortos em animais sorologicamente negativos para outras enfermidades que causem abortos como brucelose e leptospirose. (Dubey *et al*., 2006; Dubey *et al*., 2007). È importante salientar que no Brasil existe um desconhecimento e consequente negligência diagnóstica do parasita.

Fatores de risco e impactos produtivos

Os trabalhos de Dubey *et al*. (2007), Coberllini *et al*. (2006) e Piagentini *et al*. (2012), identificam os seguintes fatores de risco para a infecção por *Neospora caninum* individualmente nos animais e nos rebanhos leiteiros:

i. Idade dos animais;

ii. Tempo de permanência do animal no rebanho e a transmissão horizontal;

iii. Presença de cães nas propriedades leiterias;

iv. Presença de outras espécies animais, como as aves;

v. Contaminação de pastagens, alimentos e água por oocistos advindos de cães infectados;

vi. Fornecimento de colostro ou leite oriundo de vacas infectadas, no entanto são necessários mais estudos para confirmar a importância desta via de infecção;

vii. Utilização de novilhas para reposição do próprio rebanho, tendo a via vertical particular importância;

viii. Condições climáticas locais, sendo um fator determinante para a sobrevivência dos oocistos no ambiente;

ix. Tamanho e densidade do rebanho;

x. Práticas de biossegurança incorretas.

As grandes perdas econômicas relacionadas à neosporose ocorrem devido às falhas reprodutivas que ocorrem após a infecção de uma vaca, como abortos, retenção de placenta e retorno ao cio (Dubey e Schares, 2011).

A estimativa das perdas diretas associadas à neosporose deve englobar:

i. Custo do aborto, adicionando as perdas indiretas, como auxílio veterinário, diagnóstico laboratorial e a perda do bezerro,

ii. Reposição animal;

iii. Abate prematuro de animais devido à baixa produção e problemas reprodutivos;

iv. Diminuição da produção de leite, de forma direta e devido ao aumento do intervalo entre partos.

O impacto econômico do aborto

O aborto é o principal sinal clínico expresso por uma vaca soropositiva para *Neospora caninum* e a principal causa de perda econômica (Figura 2) para o produtor de leite em todo o mundo (Anderson *et al.*, 2000; Dubey *et al.*, 2007; Dubey e Schares, 2011).

Diversos estudos brasileiros associaram significativamente a infecção de vacas leiteiras com a ocorrência de casos de aborto em diferentes rebanhos leiteiros (Locatelli-Dittrich *et al*., 2001; Corbellini *et al.*, 2002; Katagiri *et al.*, 2013), e trabalho de Reichel *et al*. (2013), baseado em um modelo estocástico, estimou a perda anual brasileira apenas dos casos de aborto em rebanhos leiteiros devido à neosporose em US$ 51,3 milhões, variando de 35 a 111 milhões de dólares, valor que representa 6% de toda a perda mundial de rebanhos leiteiros.

Na Suíça, as perdas econômicas devido à neosporose em rebanhos leiteiros foram estimadas em 9,7 milhões de euros por ano (Häsler *et al.*, 2006). É interessante salientar que na Suíça a neosporose foi registrada como uma doença de notificação obrigatória desde 2001, o que viabiliza estimativas mais confiáveis. Em rebanhos canadenses, a perda anual foi estimada em torno de 2,304 dólares por rebanho infectado ao ano (Chi *et al.*, 2002) e um custo de 18 dólares por vaca ao ano (Haddad, 2005).

ISSN 1809-3957

Trabalho realizado através de modelagem estocástica a nível mundial, publicado por Reichel *et al.* em 2013, estima o custo mundial do aborto devido à neosporose em 1,2 bilhões de dólares, com intervalo de valores entre 669 milhões e 2,2 bilhões de dólares ao ano, sendo que apenas os rebanhos leiteiros ao redor do mundo contabilizam uma perda de 842 milhões de dólares variando de 341 milhões até 1,4 bilhões de dólares.

Na Califórnia, Estados Unidos, mais de 40.000 abortos foram relacionados à neosporose, com perdas estimadas em US$ 35 milhões ao ano (Barr *et al*., 1998). Na Austrália e Nova Zelândia, as perdas também são altas e estimadas em mais de 100 milhões de dólares australianos ao ano (Pfeiffer, Williamson e Reichel, 2000).

Na Holanda, rebanhos soropositivos que não apresentaram episódios de aborto não demonstraram perdas econômicas significativas, enquanto que os rebanhos com problemas reprodutivos possuíram perdas econômicas de até 2.000 euros por vaca ao ano. Além disso, em explorações com surtos epidêmicos de aborto, os custos médios foram de 50 euros por animal nos dois anos após a epidemia de aborto. (Bartels, *et al*., 2006).

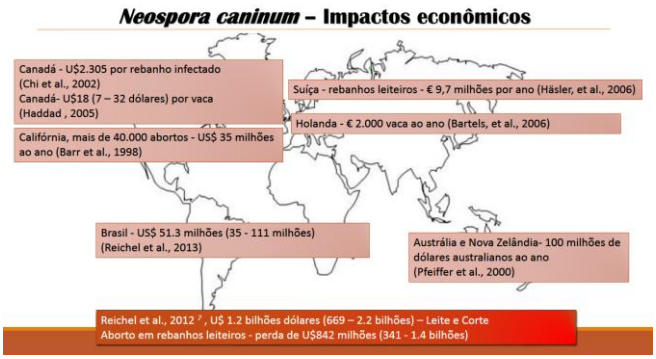


Figura 2. Impacto econômico mundial da infecção por *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros. Fonte própria.

Impacto na pecuária leiteira

A associação entre uma possível queda da produção leiteira de uma vaca desencadeada pela infecção por *Neospora caninum* apresenta resultados conflitantes. Trabalho realizado por Romero *et al.*, (2005) na Costa Rica, com 2.734 lactações, não encontra diferença significativa entre animais soronegativos e soropositivos.

No estado da Flórida, nos Estados Unidos, com base em dados de 305 dias de lactação, vacas soropositivas produziram menos leite (2,8 kg/vaca por dia) do que as vacas soronegativas, demonstrando assim que a exposição ao *N. caninum* foi associada com uma diminuição de 3 a 4% na produção de leite, representando uma perda financeira de, aproximadamente, 128 dólares por vaca (Hernandez, Risco e Donovan, 2001).

No Canadá foram avaliadas 26.059 lactações de 11.177 vacas provenientes de 364 rebanhos. Verificou-se uma interação entre a soropositividade e o número de lactações, com redução significativa na produção de leite em animais de primeira lactação - perda de 159,5 kg em uma lactação de 305 dias, equivalente a uma perda anual (Tiwari *et al*., 2007). Entretanto, Chi *et al*. (2002), também em rebanhos canadenses não conseguiram encontrar associação envolvendo diminuição na produção de leite devido a infecção por *N. caninum*.

Bartels *et al*. (2006), na Holanda, relataram uma queda da produção de leite em rebanhos que haviam experimentado quadro epidêmico de aborto. O efeito negativo na produção foi associado a animais soropositivos e apenas durante os primeiros 100 dias de lactação, somente no primeiro ano após a epidemia de aborto ocorrer.

Os dados sobre o impacto da soropositividade para a neosporose na produção de leite em rebanhos brasileiros são escassos, Santos *et al*. (2012), no estado de Minas Gerais não encontraram diferença na produção de leite entre vacas soropositivas e soronegativas, Este cenário pode ser explicado devido à redução na produção de leite de vacas infectadas por *N. caninum* poder ser secundária à diminuição da performance reprodutiva, como aumento no intervalo entre partos (Romero *et al.*, 2005). Além disto, nos rebanhos brasileiros persiste a baixa produtividade animal, o que dificulta uma associação de doenças com baixa na produção leiteira.

Descarte prematuro

O descarte prematuro de uma vaca leiteira é justificado quando o animal apresenta produção leiteira muito abaixo da média do rebanho ou quando o animal apresenta problemas reprodutivos com frequência, trazendo perdas econômicas perceptíveis pelo produtor. A neosporose é sabidamente uma afecção que diminui os índices reprodutivos (intervalo entre partos, taxa de retorno ao cio e números de serviço para a concepção) das vacas acometidas, sendo esperado um descarte prematuro destes animais acometidos.

Estudos de Thurmond e Hietala (1997), Hobson *et al*. (2002) e Bartels *et al.* (2006), encontraram uma associação significativa entre as taxas de descarte prematuro em animais soropositivos em comparação com animais soronegativos, em que os animais soropositivos eram descartados mais prematuramente que os soronegativos.

Em rebanhos leiteiros situados no Sul do Brasil, Cruz *et al*. (2011), considerando o período de 2000 a 2009, encontraram uma diferença significativa de 8.07% (0.03 – 15.74%) no risco de animais soropositivos serem descartados prematuramente em relação aos animais soronegativos.

Trabalho realizado por Cardoso *et al*. (2012) em rebanhos leiteiros do estado de São Paulo não conseguiu encontrar uma relação entre animais soropositivos e a taxa de descarte prematuro. Neste mesmo cenário, trabalhos realizados por Pfeiffer *et al*. (2002) na Nova Zelândia, Cramer *et al.* (2002) nos Estados Unidos e Tiwari *et al*. (2007) no Canada também não encontraram uma associação significativa entre o descarte de animais e a soropositividade.

O descarte prematuro de animais pode ser uma variável de grande impacto econômico da doença, desde que o descarte animal seja feita com critério lógico e zootécnico. Este quadro costuma não ocorrer no Brasil, o que pode levar a um custo menor por esta variável, porém o parasita se mantém no rebanho com animais de baixa produtividade.

Medidas de controle e prevenção em rebanhos leiteiros

O abate de animais positivos (Test and Culling) é descrito como uma eficiente forma de manter a prevalência em baixos níveis, porém o abate não é uma medida de controle economicamente viável para muitos rebanhos, principalmente os brasileiros (Häsler *et al*., 2006). O controle através de medicamentos também se mostra eficaz, porém com altos custos ao produtor (Häsler *et al*., 2006). A

ISSN 1809-3957

vacinação já é utilizada no exterior para prevenir episódios de abortos e não permitir a transmissão vertical, porém no Brasil não existem marcas aprovadas pelo Ministério da Agricultura disponíveis ao produtor.

As medidas de controle preconizadas para a neosporose são feitas em observação a dois cenários possíveis de infecção no rebanho leiteiro:

i. Em fazendas livres da doença, práticas rígidas de biossegurança devem ser tomadas, afim de não permitir a entrada de animais positivos no rebanho, como teste sorológico de todos os animais inseridos na propriedade, evitando ao máximo possível a presença e o contato de cães, tanto da própria fazenda quanto errantes, com as vacas;

ii. Em rebanhos positivos, programas de controle são baseados na diminuição da transmissão vertical, com a retirada do plantel de fêmeas soropositivas e na diminuição da transmissão horizontal, através do controle dos cães e procura de oocistos em fezes.

Na Nova Zelândia, Austrália e Suíça, em rebanhos leiteiros uma estratégia de controle da não intervenção tem sido relatada como a melhor opção econômica quando temos uma prevalência animal de 18 a 21%, apenas interferindo quando passar deste limiar, (Häsler *et al*., 2006; Dubey e Schares, 2011).

A Neosporose no Brasil

Atualmente a neosporose se encontra difundida por todos os estados brasileiros e possivelmente causando grandes prejuízos aos produtores, com prevalências de rebanho acima de 90% e prevalência animal acima de 25% (Ragozo *et al.*, 2003). Uma das grandes dificuldades no controle da neosporose no Brasil se deve às diferentes formas de produção. As produções extensivas fazem com que os animais tenham maior contato com ambiente contaminado, além disso, praticamente todas as propriedades possuem cães de estimação com livre acesso a todas as instalações, mantendo contato com os animais e pastos, o que favorece a transmissão horizontal e inserção do agente infeccioso em rebanhos livres.

O desconhecimento do produtor rural e dos profissionais dos serviços veterinários brasileiros sobre a doença faz com que medidas de controle e prevenção não sejam tomadas. Dessa forma, a transmissão vertical da neosporose ocorre em larga escala sem o mínimo de controle, mantendo a doença de uma forma crônica em praticamente 90% do rebanho nacional (Ragozo *et al*., 2003; Nicolino, 2011). A biossegurança aplicada nas propriedades também é muito deficiente, o controle sanitário dos animais inseridos na propriedade praticamente não é realizado e quando é feito, são testadas apenas doenças de notificação obrigatória, como a brucelose e tuberculose.

III. CONCLUSÃO

A eficiência econômica da produção leiteira está intimamente ligada ao sucesso do manejo reprodutivo, dependendo basicamente da interação dos fatores envolvidos no sistema de produção animal: nutrição, sanidade e ambiente. A neosporose sendo uma doença cujo impacto na reprodução é grande, sobretudo com os casos de aborto, causa um forte impacto particularmente na pecuária leiteira. O conhecimento da prevalência, do aumento do risco de aborto e de descarte são os primeiros passos para se estimar o custo da doença, podendo assim avaliar a viabilidade econômica das medidas de controle e prevenção para que os produtores de leite no Brasil, em sua grande maioria com pequena produção, poucos animais e baixa margem de lucro, possam desenvolver melhores resultados financeiros, trazendo maior lucro ao produtor, para a cadeia produtiva e bem estar social de todos que dependem da produção de leite.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M. et al. Neosporosis in cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 60, p. 417-431, 2000.

BARR, B. et al. Neosporosis: its prevalence and economic impact. **Pract. Vet**, v. 20, p. 1-16, 1998.

BARTELS, C. et al. Effect of *Neospora caninum* serostatus on culling, reproductive performance and milk production in Dutch dairy herds with and without a history of *Neospora caninum* associated abortion epidemics. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 77, n. 3, p. 186-198, 2006.

BERGERON, N. et al. Vertical and horizontal transmission of *Neospora caninum* in dairy herds in Québec. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 41, n. 6, p. 464, 2000.

BJERKÅS, I. et al. Unidentified cyst-forming sporozoon causing encephalomyelitis and myositis in dogs. **Parasitology Research**, v. 70, n. 2, p. 271-274, 1984.

BJÖRKMAN, C. et al. Application of the *Neospora caninum* IgG avidity ELISA in assessment of chronic reproductive losses after an outbreak of neosporosis in a herd of beef cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 15, n. 1, p. 3-7, 2003.

CARDOSO, J. et al. A longitudinal study of *Neospora caninum* infection on three dairy farms in Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 187, n. 3, p. 553-557, 2012.

CHI, J. et al. Direct production losses and treatment costs from bovine viral diarrhoea virus, bovine leukosis virus, Mycobacterium avium subspecies, paratuberculosis, and *Neospora caninum*. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 55, n. 2, p. 137-153, 2002.

CORBELLINI, L. G. et al. Aborto bovino por *Neospora caninum* no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 863-868, 2000.

CORBELLINI, L.G. et al. Neosporosis as a cause of abortion in dairy cattle in Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 103, n. 3, p. 195-202, 2002.

CRAMER, G. et al. *Neospora caninum* serostatus and culling of Holstein cattle. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 221, n. 8, p. 1165-1168, 2002.

CRUZ, C. et al. Records of performance and sanitary status from a dairy cattle herd in southern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 01-09, 2011.

DIJKSTRA, T. et al. Evaluation of a single serological screening of dairy herds for *Neospora caninum* antibodies. **Veterinary parasitology**, v. 110, n. 3, p. 161-169, 2003

DIJKSTRA, T. et al. Dogs shed *Neospora caninum* oocysts after ingestion of naturally infected bovine placenta but not after ingestion of colostrum spiked with *Neospora caninum*

ISSN 1809-3957

tachyzoites. **International Journal for Parasitology**, v. 31, n. 8, p. 747-752, 2001.

DUBEY, J. et al. Neonatal *Neospora caninum* infection in dogs: Isolation of the causative agent and experimental transmission. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 193, n. 10, p. 1259, 1988.

DUBEY, J. P. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. **The Korean journal of Parasitology**, v. 41, n. 1, p. 1-16, 2003.

DUBEY, J. et al. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. Clinical Microbiology Reviews, v. 20, n. 2, p. 323-367, 2007.

DUBEY, J. P.; SCHARES, G. Neosporosis in animals -The last five years. **Veterinary Parasitology**, v. 180, n. 1, p. 90-108, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Gado de Leite – Planilha de Custo de Produção de leite por Estado-2010. Disponível em: http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php Acesso em: 19 de julho de 2014

FRENCH, N. et al. Mathematical models of *Neospora caninum* infection in dairy cattle: transmission and options for control. **International Journal for Parasitology**, v. 29, n. 10, p. 1691-1704, 1999.

GONDIM, L. F. et al. Coyotes (Canis latrans) are definitive hosts of *Neospora caninum*. **International journal for parasitology**, v. 34, n. 2, p. 159-161, 2004.

HADDAD, J. et al. A review of *Neospora caninum* in dairy and beef cattle—a Canadian perspective. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 46, n. 3, p. 230, 2005.

HÄSLER, B. et al. Financial analysis of various strategies for the control of *Neospora caninum* in dairy cattle in Switzerland. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 77, n. 3, p. 230-253, 2006.

HEIN, H. E. et al. Neosporose bovina: avaliação da transmissão vertical e fração atribuível de aborto em uma população de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul1. **Pesq. Vet. Bras**, v. 32, n. 5, p. 396-400, 2012.

HERNANDEZ, J. et al. A. Association between exposure to *Neospora caninum* and milk production in dairy cows. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 219, n. 5, p. 632-635, 2001.

HOBSON, J. C. et al. *Neospora caninum* serostatus and milk production of Holstein cattle. **Journal of the American Veterinary Medical Association,** v. 221, n. 8, p. 1160-1164, 2002.

IBGE, 2012 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Pesquisa Pecuária Municipal 2011. Disponível em:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=21. Acessado em 22 de Junho de 2013.

KATAGIRI, S. et al. Avaliação sorológica para *Neospora caninum* em propriedades de bovinos leiteiros com alterações reprodutivas. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 1, p. 124-130, 2013.

LOCATELLI-DITTRICH, R. et al. Determinação e correlação de anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos e cães do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, n. suplemento 1, p. 191-196, 2008.

MCALLISTER, M. M. et al. Rapid communication: Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. International **Journal for Parasitology**, v. 28, n. 9, p. 1473-1479, 1998.

NICOLINO, R.R. Prevalência a análise espacial da Leptospirose e Neosporose bovina na microrregão de Sete Lagoas, Minas Gerais. 65f. Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

NOGUEIRA, C. I. Estudo prospectivo de *Neospora caninum* em cães do sul de Minas Gerais. 2013. 44f. Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

PFEIFFER, D et al. Long-term serological monitoring as a tool for epidemiological investigation of *Neospora caninum* infection in a New Zealand dairy herd. **Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics,** Breckenridge, CO, 2000. P.616-618.

PIAGENTINI, M. Dinâmica da infecção por *Neospora caninum* e propriedades leiteiras do município de Avaré/SP. 2003. 37f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2003.

PIERGILI FIORETTI, D. et al. *Neospora caninum* infection and congenital transmission: serological and parasitological study of cows up to the fourth gestation. **Journal of Veterinary Medicine**, Series B, v. 50, n. 8, p. 399-404, 2003.

RAGOZO, A. et al. Ocorrência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em soros de bovinos procedentes de seis estados brasileiros. **Revist. Bras. Parasit**. Vet. 12(1):33-37, 2003.

REICHEL, M. P. et al. What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle– the billion-dollar question. **International Journal for Parasitology**, 2013.

ROMERO, J. J. et al. Effect of neosporosis on productive and reproductive performance of dairy cattle in Costa Rica. **Theriogenology**, v. 64, n. 9, p. 1928-1939, 2005

SANTOS, R. R. D. et al. Quantification of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cows in Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, n. 3, p. 294-297, 2012.

SCHARES, G. et al. The efficiency of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cattle analysed by serological techniques. **Veterinary Parasitology**, v. 80, n. 2, p. 87-98, 1998.

THURMOND, M.; HIETALA, S. Effect of *Neospora caninum* infection on milk production in first-lactation dairy cows. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 210, n. 5, p. 672-674, 1997.

TIWARI, A. et al. Production effects of pathogens causing bovine leukosis, bovine viral diarrhea, paratuberculosis, and

ISSN 1809-3957

neosporosis. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 2, p. 659-669, 2007

TREES, A. J.; WILLIAMS, D. J. Endogenous and exogenous transplacental infection in *Neospora caninum* and Toxoplasma gondii. **Trends in Parasitology**, v. 21, n. 12, p. 558-561, 2005.

V. COPYRIGHT

Direitos autorais: os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

SISTEMAS DE SOBRESSEMEADURA E DINÂMICA PRODUTIVA DE FORRAGEIRAS TEMPERADAS SOBRE A TÍFTON 85

EDISON ANTONIO PIN[1], FLAVIO CECHIN[1], MARCIO PIGOSSO[2], WILSON HENRIQUE TATTO[2]; LEOCIR MARCANTE[2]; EDUARDO RIZZI PIN[3]

1 – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR), PATO BRANCO, PR; 2 – UNIÃO DE ENSINO DO SUDOESTE, DOIS VIZINHOS, PR.; 3 - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, DOIS VIZINHOS.

marciopigosso@hotmail.com; flaviera@gmail.com; marciopigosso@hotmail.com; wilsonhenriquetatto@gmail.com; leocirmarcante@hotmail.com; eduardopin@gmail.com

Resumo: O ensaio foi conduzido de abril a setembro de 2010 e comparou dois sistemas de sobressemeadura de forrageiras anuais de inverno em gramínea perene de verão. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram às semeaduras (direta ou a lanço) e as espécies forrageiras (aveia preta, azevém, aveia preta+azevém e aveia preta+azevém+ervilhaca) sobre Tifton 85. As colheitas foram realizadas em função da altura do dossel das forrageiras. Houve interação significativa entre método de semeadura e produção de forragem que possibilita a escolha da melhor estratégia de semeadura (P<0,05). No método de semeadura direta o rendimento foi de 17.742 kg e a lanço 12.817 kg MS ha-1. Não houve efeito da sobressemedura nas combinações forrageiras (P>0,05). Ocorreram em média seis cortes e 111 dias de uso das cultivares à exceção da aveia extreme com menor tempo. A proporção da Tifton 85 na composição botânica dos tratamentos foi em média 19,2%, essa dinâmica dos pastos permitiu um aporte de volumosos na estação fria do ano.

Palavras-chave: Forrageiras. Dinâmica. Gramínea. Sobressemeadura.

I. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira no Sudoeste do Paraná desenvolve-se no regime de pastejo em áreas de até 25 hectares sendo uma região expoente na produção estadual (PARRÉ *et al*., 2011). O aproveitamento das áreas para a produção de forragens diminui o uso de alimentos conservados e onerosos, tornando o sistema produtivo e versátil. Dentre as estratégias utilizadas está o cultivo de forrageiras hibernais em capins perenes de verão. Em função da sazonalidade de produção destas culturas, é possível implantar consórcios no inverno, preenchendo os vazios forrageiros de outono e primavera. Na prática a sobressemeadura é rentável, permite a eficiência fotossintética das pastagens, melhora a fertilidade do solo e o controle de pragas e invasoras (Anil *et al*., 1998).

As misturas da aveia (*Avena sp*), azevém (*Lolium sp*) e ervilhaca (*Vicia villosa* L), sobre a Tifton (*Cynodon spp)* incrementam a produção e o valor nutritivo das plantas em áreas que normalmente ficam ociosas (Rocha *et al*., 2007). A Tifton 85 é um híbrido que advém da Tifton 68 - *Cynodon nlemfuensis* com a PI 290884 - *Cynodon dactylon* (BURTON *et al*., 1993). Esta gramínea se propaga por rizomas e estolões sendo resistente às oscilações dos tipos de solos e de pH, desenvolvendo-se no clima subtropical com boa tolerância ao frio (Athayde *et al.*, 2011).

A dinâmica produtiva dos pastos é influenciada pelas variações climáticas das estações do ano. Para aumentar o rendimento das forrageiras, a formação, adubação e manejo das pastagens precisam ser intensificados melhorando a taxa de lotação e a escala de produção animal. E faz-se necessária pesquisa sobre as interações entre a semeadura e o desenvolvimento das forrageiras. O presente estudo comparou dois sistemas de sobressemeadura de forrageiras anuais de inverno na Tífton 85, analisando o comportamento vegetativo durante o inverno.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido numa propriedade particular, no município de Dois Vizinhos, no período de 14 de abril a 30 de setembro de 2010. Localizado no Sudoeste do Paraná (latitude 25° 44’ 57” S e longitude 53° 03’ 41” O), a 565m de altitude, região fisiograficamente considerada como Terceiro Planalto. O clima local é de transição entre subtropical úmido e mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen (MAAK, 1968), caracterizado por verões quentes e menos freqüência de geadas no inverno. A média pluviométrica é de 2050 mm ano-1 e a temperatura média máxima anual é de 25ºC e a mínima de 14ºC.

O solo pertence à Unidade de mapeamento nitossolo vermelho distroférrico úmbrico, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia e relevo ondulado (BHERING et al., 2008). A análise química inicial do solo apresentou os seguintes valores: pH (CaCl) = 5,75; MO = 44,92 g.dm3; Ca = 6,2 cmolcdm-3; Mg = 4,36 cmolcdm-3; K = 0,92 cmolcdm-3; Al = 0,00 cmolcdm-3; H + Al+3 =

ISSN 1809-3957

3,73 cmolcdm-3; S = 11,49 cmolcdm-3; P = 2,95 mg.dm-3; CTC = 15,22 cmolcdm-3 e saturação por base = 75,40%. As variações climáticas foram monitoradas e registradas no decorrer do experimento com termômetro e pluviômetro (Figura 1).

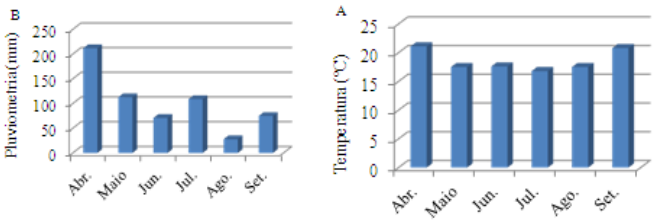


Figura 1. Média mensal da temperatura (A) e média pluviométrica mensal (B). Valores registrados no local do experimento. Dois Vizinhos – PR, Brasil. 2010.

O local deste experimento contava com uma pastagem de Tifton 85 (Cynodon dactylon) utilizada para pastejo há três anos. A área do ensaio foi de 1000 m2, com parcelas de 16 m2, com distância de um metro entre os blocos e dois metros de bordadura nas laterais. Os procedimentos para coleta, análise e a adubação do solo foram realizadas de acordo com as instruções do CQFS (2004). Realizou-se a adubação de base com 350 kg ha-1 de NPK (05-20-10) no momento da semeadura. Aplicou-se nitrogênio em cobertura na forma de sulfato de amônio (NH4)2SO4, no perfilhamento e após cada corte (50 kg de N ha-1) que somaram 250 kg de N entre abril a setembro em todos os tratamentos.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Os fatores avaliados foram: sistemas de sobressemeadura, direta ou a lanço, em pastagem de Tifton 85 (Cynodon dactylon); e espécies forrageiras, em extreme e consorciadas, sendo elas aveia preta (Avena strigosa cv. Comum) e azevém (Lolium multiflorum Lam. cv. Comum), e os consórcios aveia preta+azevém e aveia preta+azevém+ervilhaca peluda (Vicia villosa L.).

Antes da semeadura, a Tifton 85 foi rebaixada, utilizando-se uma segadeira condicionadora, a cinco centímetros de altura do chão, retirando o material cortado do local. A implantação das espécies hibernais deu-se quando as condições ambientais estavam propícias para o estabelecimento das forrageiras, no dia 14 de abril de 2010. A semeadura direta foi realizada com semeadora adubadora de plantio direto, dotada de escarificadores para a deposição do fertilizante e discos duplos desencontrados para as sementes. O mecanismo de distribuição das sementes foi de rotor acanalado e utilizou-se o espaçamento de 20 cm entre linhas.

No sistema a lanço, incorporaram-se as sementes a partir do pisoteio (parcagem) exercido por seis novilhas holandesas com 350 kg de peso vivo médio por oito horas no período diurno. A densidade de sementes em ambos os sistemas de plantio foi de 80, 40 e 40 kg ha-1 para a aveia preta, azevém e ervilhaca, respectivamente. A taxa de semeadura foi baseada nas recomendações da Comissão Sul - Brasileira de Pesquisa de Aveia (1995). As sementes certificadas foram adquiridas no mercado local com pureza e germinação dentro das normas estabelecidas para comercialização. Não houve presença de invasoras, pragas ou doenças nas pastagens durante o período experimental.

O manejo de cortes foi realizado quando as plantas atingiram média de 30 cm de altura na dobra das folhas mais altas. A altura do dossel forrageiro foi mesurada utilizando-se uma régua graduada e em cada avaliação, foram amostrados três locais aleatórios nas unidades experimentais e feita a média para análise. As amostras foram cortadas a 10 cm do solo, em área correspondente a um quadro amostral de 0,5 m2, dividindo-as em subamostras para obtenção da massa de forragem e composição botânica da pastagem.

Uma subamostra da massa verde total colhida foi utilizada para caracterização da pastagem, após separação manual das espécies aveia, azevém, ervilhaca e Tifton 85. Posteriormente, as subamostras e o restante da amostra eram acondicionados separadamente em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada a 60ºC, durante 72 horas, até atingirem o peso constante.

Depois de secas, as subamostras eram retiradas e pesadas em balança de precisão, para determinação das proporções de matéria seca (MS) das porções anteriormente separadas. O término dos cortes ocorreu quando 50% das plantas das parcelas apresentavam inflorescências e não alcançavam altura pretendida para o corte. Foi avaliado o rendimento em kg de MS ha-1, número de cortes, o número de dias de utilização do pasto e a composição botânica (proporção de cada espécie forrageira na matéria seca), realizada nos três primeiros cortes.

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificar o efeito dos sistemas de sobressemeadura, espécies forrageiras e a interação entre os fatores testados. Foi aplicado o teste Tukey comparando as médias a 5% de significância. E para as análises estatísticas utilizou-se o programa SANEST (ZONTA E MACHADO, 1984).

III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estágio de crescimento das plantas ocorreu diferença significativa na produção de massa seca total entre os dois sistemas de sobressemeadura (P<0,05), e não houve interação sobre as espécies forrageiras. O método de semeadura direta rendeu 17.742 kg de MS ha^{-1}, em detrimento do sistema a lanço, com 12.817 kg de MS ha^{-1} (Tabela 1). Possivelmente a incorporação da semente e do adubo com plantadeira determinou a melhor germinação das sementes na semeadura direta.

O rebaixamento da grama perene realizado na instalação do ensaio, retardou o rebrote, diminuiu a competição pela luz e possibilitou o desenvolvimento das cultivares de inverno. Da mesma forma que a ausência de geadas e a adubação nitrogenada contribuíram no incremento da biomassa nos dois sistemas de sobressemeadura. O nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento das plantas agindo no perfilhamento, na formação de folhas e colmos e, por fim, na qualidade e na quantidade da matéria seca (LAVRES E MONTEIRO, 2003).

ISSN 1809-3957

Tabela 1. Produção de matéria seca de forrageiras anuais de inverno nos sistemas de sobremeaduras em Tifton 85. Dois Vizinhos – PR, Brasil. 2010.

Sistema de sobressemeadura	Produção (kg de MS ha^{-1})
Direto	17.742 a
Lanço	12.817 b
CV (%)	4,15

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O vazio forrageiro de outono na região sudoeste do Paraná acontece pela redução do crescimento das forrageiras tropicais devido à baixa temperatura ambiental e a diminuição do fotoperíodo. Por isso, o menor tempo decorrido entre a semeadura e o início da utilização das pastagens invernais colabora com o aporte de volumosos para os animais. Nesta variável não houve diferença significativa entre os sistemas de sobressemeadura (P>0,05). A emergência das plântulas no sistema de semeadura direta ocorreu em 22 de abril e no sistema a lanço em 30 de abril. Foram 41 dias de estabelecimento, tempo considerado razoável se comparado ao cultivo em área de lavoura e dentro das expectativas para a entrada dos animais em pastejo ou no sistema de corte.

Em meados de abril ocorreu à implantação do ensaio e ao final do mês de maio foram colhidas as primeiras amostras de todos os tratamentos. Nesta época a temperatura média foi de 19,3°C e a pluviometria de 162,5 mm. A temperatura propícia para espécies de inverno é de 18 a 23°C, segundo Gerdes *et al*. (2005). O consórcio de cultivares anuais de inverno sobre a Tífton 85 no mês de junho proporcionou maior rendimento de massa, sem interferência nos componentes botânicos das forrageiras (MOREIRA *et al*., 2006).

Em relação ao número de cortes efetuados, houve diferença entre as espécies forrageiras (P<0,05) independente do método de sobressemeadura. Na aveia preta comum foram realizados três cortes e nas demais espécies realizaram-se seis cortes (Tabela 2). As colheitas iniciaram no final do mês de maio e terminaram na segunda quinzena do mês de setembro, com exceção da sobressemeadura com aveia em extreme, e a ervilhaca peluda que tiveram o último corte na primeira semana de julho.

O comportamento destas forrageiras pode ser atribuído ao ciclo vegetativo curto da aveia. A semeadura escalonada é uma estratégia para usar a aveia preta comum de ciclo curto ou o cultivo de aveia de ciclo longo que prolonga o pastejo de inverno. De outra forma pode-se consorciar aveia com azevém que facilita as operações de implantação e agregam qualidade e rendimento as forrageiras. Na sobressemeadura a lanço foi utilizado o método de parcagem que é uma alternativa viável desde que se efetue o rebaixamento e a retirada do material cortado da área de plantio (MONTEIRO *et al.*, 2009). Nos tratamentos que continham o azevém o rendimento se manteve até o final dos seis cortes e a presença da aveia e da ervilhaca foram inexpressivas a partir do terceiro corte.

Tabela 2. Número de cortes das forrageiras anuais de inverno em sistemas de sobressemeadura na Tifton 85. Dois Vizinhos – PR, Brasil. 2010.

Espécie	Número médio de cortes
Aveia + Azevém + Ervilhaca	6,0 a
Aveia + Azevém	6,0 a
Aveia	3,0 b
Azevém	6,0 a
CV (%)	4,8

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na composição botânica das amostras houve diferença significativa entre as forrageiras temperadas e a Tífton 85, nos três cortes avaliados sem o efeito do método de sobressemeadura (P<0,05). O primeiro corte ocorreu em 28 de maio, onde o azevém em solteiro apresentou menor participação na matéria seca com 73,1% e a aveia 94,3% (Tabela 3). Nos consórcios (aveia+azevém+ervilhaca e aveia+azevém) a média foi de 93,1% em relação à grama de verão. Na região de Jaboticabal – SP, com a semeadura realizada em abril a primeira colheita ocorreu após 67 dias, com 41,7% da aveia e 58,6% da Tifton 85 (FURLAN *et al*., 2005).

No segundo corte, realizado em 18 de junho o percentual médio de MS nos consórcios foi de 85,3% e na aveia solteira foi de 78,7%, não diferindo estatisticamente (P>0,05). A presença da aveia nas consorciações determinou um percentual menor do capim perene pela fenologia da espécie nesta temporada. A sobressemeadura consorciada de aveia e azevém em coastcross, a lanço e obteve 20% de forragem tropical nas amostras colhidas (OLIVEIRA, 2007). O azevém tem facilidade de consorciação e se desenvolve melhor na primavera em temperatura de 18 e 20°C (SANTOS *et al.*, 2002).

Nas avaliações do terceiro corte em 05 de julho a temperatura média registrada foi de 16,8°C e a pluviosidade de 109 mm, essas condições foram propícias ao desenvolvimento das forrageiras (Figura 1). Neste período o azevém solteiro participou com 65,3% da amostra em relação à Tífton 85 (Tabela 3). Pois esta espécie concentra 70% de sua produção nos meses de agosto e setembro (Moraes e Lustosa, 1999). O menor percentual de Tifton 85 ocorreu na mistura com aveia, azevém e ervilhaca com 17,3%, que diferiu significativamente em relação à aveia isolada onde a Tífton compôs 27,2% da amostragem (P<5). As características genéticas dos germoplasmas e a maior competição entre as espécies influenciaram no percentual dos componentes botânicos. Em colheitas a partir do mês de agosto a Tífton sobre a aveia e o azevem compôs 34% e 27% respetivamente do dossel forrageiro (OST *et al*, 2010).

Nos três cortes, a presença das gramas temperadas, exceto o azevém solteiro, a média de MS foi de 84,5%. A proporção da Tifton 85 em todos os tratamentos foi de 19,2%, quantidade expressiva de alimento produzido até a primeira semana de julho. Nas espécies de *Cynodon*, a temperatura do sistema radicular de 15,5^{o}C e da porção aérea de 12,7°C são limitantes ao crescimento (Moreira, 2003). Justificando no terceiro corte a proporção de 26,0% da Tifton 85 em relação às culturas hibernais quando a temperatura média dos últimos três meses do ensaio foi de 18,4^{o}C.

ISSN 1809-3957

Tabela 3. Percentual de forrageiras anuais de inverno na composição botânica com a Tifton 85. Dois Vizinhos - PR, Brasil. 2010.

Composição botânica (%)			
Espécie/Corte	28 maio	18 junho	05 julho
Aveia+Azevém+ Ervilhaca	92,3 a	85,6 a	82,7 a
Aveia + Azevém	94,0 a	85,1 a	75,0 ab
Aveia	94,3 a	78,7 a	72,8 ab
Azevém	73,1 b	66,0 b	65,3 b
CV (%)	9,1	8,9	8,6

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

No tempo de utilização das forrageiras apresentado na Tabela 4, ocorreu diferença significativa na combinação das espécies forrageiras (P<0,05). Na semeadura da aveia preta sobre a Tifton 85, transcorreram 37 dias de fase vegetativa, devido ao ciclo curto deste germoplasma. Nos consórcios e no azevém solteiro o período de uso não diferiu significativamente com média de 111 dias (P>0,05). A Semeadura de azevém e trevos em 19 de abril tiveram o início das colheitas após 89 dias, computando 112 dias de pastejo (IDO *et al*., 2005). Na sobressemeadura do azevém e trevo-branco em coastcross foram obtidos 111 dias de pastejo sob condições climáticas de 16,1°C e 117,4 mm mensais (OLIVO *et al.*, 2010).

Tabela 4. Número de dias utilizados das espécies forrageira anuais de inverno sobressemeadas na Tifton 85. Dois Vizinhos – PR, Brasil. 2010.

Espé Espécie	Média (N^0 dias)
Aveia+Azevém+Ervilhaca	111 a
Aveia+Azevém	111 a
Aveia	37 b
Azevém	111 a
CV (%)	0,4

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

IV - CONCLUSÕES

O sistema de sobressemeadura influenciou na produção total de matéria seca, e não interferiu na dinâmica produtiva das forrageiras, e foram eficientes para otimizar áreas e produzir volumosos durante a estação fria do ano. O consórcio entre aveia e azevém proporcionou a melhor relação entre as poaceas avaliadas tanto na composição botânica como no período de utilização.

V - REFERÊNCIAS

ANIL, L.; PARK, J.; PHILIPPS, R.H and MILLER, F.A. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass Forage Science, 53, 4: 301-317. 1998.

ATHAYDE, A.A.R.; CARVALHO, R.C.R.; MEDEIROS, L.T.; VALERIANO, A.R.; ROCHA, G.P. Gramíneas do gênero Cynodon – cultivares recentes no Brasil. Lavras, Universidade Federal, 73, 1-14. (Boletim Técnico 73). 2005.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. dos; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; CHAGAS, C.da S.; ÁGLIO, M.L.D. e SOUZA, J.S. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 74 p. 2008.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of "Tífton 85" bermudagrass. Crop Science, 33, 3: 644-645. 1993.

CSBPA - Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Aveia. Recomendações tecnológicas para o cultivo da aveia. Passo Fundo: Gráfica e Editora UPF - Faculdade de Agronomia, 50 p. 1995.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 400 p. 2004.Ca

FURLAN, B.N.; SIMILLI, F.F.; REIS, R.A.; GODOY, R.; FERREIRA, D.S.; SOUZA, A.G.; FAIÃO, C.A. e YOSHIMURA, M.L. Efeito da sobressemeadura de cultivares de aveia em pastagem do capim Tifton-85 sobre a produção e composição botânica. 43ª In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa, Anais... João Pessoa: SBZ. 2006.

GERDES, L.; MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; SANTOS, L.E.; CUNHA, L.A.; BUENO, M.S. e SCHAMAMASS, E.A.- Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de capim-aruana exclusivo ou sobressemeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, 34, 4: 1088-1097. 2005.

IDO, O.T.; MORAES, A.de; PELISSARI, A.; PISSAIA, A. e KOEHLER, H.S. Pastagem de azevém associada com leguminosas de inverno sob diferentes níveis de oferta de forragem, na região sul do Paraná. Scientia Agraria, 6, 1-2: 15-25. 2005.

LAVRES JR, J.; MONTEIRO, F.A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. Revista Brasileira de Zootecnia, 32, 5: 1008-1075. 2003.

MAAK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba. 350 p. 1968.

MORAES, A.de; LUSTOSA, S.B.C. Forrageiras de inverno como alternativa na alimentação animal em períodos críticos. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 7, 1999, Anais... Piracicaba: FEALQ, p.147-166. 1999.

MOREIRA, A.L.; REIS, R.A.; SIMILI, F.F.; PEDREIRA, M.S.; CONTATO, E.D. e RUGGIERI, A.C. Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim-tifton 85: produção e composição botânica. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 30, 4: 739-745. 2006.

MOREIRA, S.G. Estabelecimento de pastagens do gênero Cynodon (Tifton e Coastcrooss). Artigos Técnicos. (Acesso em 2011.10.10). Disponível em: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia.pdf>. 2003.

MONTEIRO, A.L.; ADAMI, P.F.; PITTA, C.S. Métodos de sobressemeadura para produção das pastagens para ovinos e caprinos. FarmPoint, Radares Técnicos. (Acesso em

ISSN 1809-3957

2011.09.10). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a21.pdf>. 2009.

OLIVEIRA, P.P.A. Produção de forragem e composição botânica de três espécies de pastagens tropicais sobressemeadas com aveia ou azevém. Jaboticabal-SP: UNESP, 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 3 p. 2007.

OST, H.J.; SILVA, G.M.da.; MAIXNER, A.R.; BERTO, J.L.; MONTARDO, D.P. e SARTORI, C.O. Sobressemeadura de forrageiras de inverno em pastagem de Tífton 85. In: Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável, 1.; ANISUS, 2010, Chapecó. Anais... Chapecó: CEO: UDESC. 2010.

OLIVIO, C.J.; MEINERZ, G.R.; AGNOLIN, C.A.; STEINWANDTER, E.; ZIECH, M.F. e SKINIESKI, F.R. Produção de forragem e carga animal de pastagens de Coastcross sobressemeadas com forrageiras de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 1: 68-73. 2010.

PARRÉ, J.L.; BÁNKUTI, S.M.S.; SANMARIA, N.A. Produtores de leite da região sudoeste do Paraná: Um estudo a partir de diferentes níveis de produtividade. Revista de Economia e Agronegócio, 9, 2: 275-300. 2011.

RICHA, G.DA.R.; PEREIRA, L.E.T.; SCARAVELLI, L.F.B.; OLIVO, C.J.; AGNOLIN, C.A e ZIECH, M.F. (2007) - Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. Revista Brasileira de Zootecnia, 36, 1: 1-15.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; BAIER, A.C. e TOMM, G.O. (2002) - Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 142 p. (Comunicado Técnico 78).

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D. (1984) – Sistema de analise estatístico para microcomputadores. Pelotas: UGPEL, 75 p.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS PROVENIETES DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ

AUGUSTIN VALVERDE GRANJA[1]; MAURICIO HERNANDEZ SARABIA[1]; JESÚS DAVID VILLEGAS REINA[1]
1 – UNIVERSIDAD DE IBAGUE
agustín.valverde@unibague.edu.co

Resumen - Para usar los resíduos provenientes de la industria del café como abono orgánico, es necesario reducir su tiempo de descomposición (90 a 120 dìas); primero se realiza, el seguimiento del comportamiento de los desechos y sus variables (Temperatura, humedad, PH y relación Carbono/Nitrógeno) durante su proceso de descomposición natural, llevado a cabo en el interior de dos celdas de compostaje, cubriendo una de ellas con plástico para determinar la influencia del medio; el proceso en las celdas dura aproximadamente 96 días y durante este tiempo se toman los datos pertinentes para sus respectivos análisis. Posteriormente se implementa un biodigestor rotativo, que se construye y adecua según las variables a controlar en su interior (Temperatura y humedad)., las cuales se deciden según los resultados obtenidos en las celdas de compostaje. Una vez fabricado el biodigestor, se lleva a cabo el proceso de descomposición de los residuos en su interior, controlando las variables mencionadas, logrando llevar a cabo el proceso en tan solo 15 días. Terminada esta primera parte, se realizan mezclas de residuos con cenizas de cascarilla de arroz, logrando reducir el tiempo de descomposición natural de los residuos a casi la mitad del tiempo (48 días). Luego se hace el mismo proceso en el interior del biodigestor con los residuos con ceniza, obteniendo resultados muy similares a los anteriores.

Palabras claves: Residuos, Aprovechamiento, Biodigestor, Celdas de compostaje. Cascarilla de café, industria, materia prima, abono orgánico, biodigestor rotativo, variables (Temperatura, humedad, pH, relación C/N).

Abstract - To use the residue from the coffee industry as mulch, is necessary to reduce the decomposition time (90-120 days); which means difficulty performing continuous production; is first performed, monitoring the behavior of the waste and its variables (temperature, humidity, pH and carbon / nitrogen) during natural decomposition process, conducted within two composting cells, covering one with plastic to determine the influence of the medium; the process in the cells lasts approximately 96 days and during this time the taking of data relevant to their analysis is performed. Subsequently is implemented a rotary digester that it builds and adapts according variables control inside (temperature and humidity), which are decided according to the results obtained in cells composting. Once manufactured the biodigester, is carried out the decomposition of the residues in the interior, controlling the variables mentioned, obtaining a reduction in time, achieving carry out the process in just 15 days. After this first part, were made mixtures waste with rice husk ash, achieving reduce the time of natural decomposition of the waste nearly half the time (48 day). The same process is then performed within the digester with residues and ash, obtaining results very similar the previous

Keywords: Coffee husk, industry, industrial waste, organic fertilizer, rotary digester, variables (temperature, humidity, pH, C / N).

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la incorporación de abono orgánico (estiércoles y compostas) en suelos agrícolas es una práctica que se está incrementando a nivel mundial con el propósito de evitar la pérdida de la fertilidad y la contaminación, además de mejorar las condiciones de los suelos deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y la sobre explotación. Tradicionalmente, los agricultores de pequeñas extensiones de tierra (parcelas), incorporaban directamente al suelo materiales orgánicos (estiércoles, desechos domésticos de frutos y verduras, desechos agrícolas verdes y secos). Otra de las cualidades del uso de la agricultura orgánica, además de mantener los suelos sanos, es que permite que los productos cosechados queden libres de sustancias tóxicas. Cabe anotar que resulta atractivo para los agricultores, por su menor costo en producción y la aplicación sobre todo en países donde la mayor parte de la producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América Latina.

Uno de los abonos orgánicos más estudiados en los últimos años es la composta, la cual mejora una gran cantidad de características del suelo como lo es la fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, la mineralización de nitrógeno, el fósforo y el potasio [1]. Pese a esto, se siguen produciendo innumerables desechos agroindustriales que expuestos al ambiente son grandes contaminantes de nuestros suelos y fuentes hídricas, situación que es bastante crítica tanto a nivel regional como mundial. Por ser el departamento del Tolima un gran productor de café, es indispensable iniciar este tipo de proyectos para aprovechar la cascarilla de café como abono orgánico y principalmente tratar de reducir el tiempo de su descomposición, ya que

ISSN 1809-3957

naturalmente dicho proceso se demora entre noventa y ciento cinco (90 y 105) días.

II. TRABAJO EXPERIMENTAL

Se realiza una caracterización física y química de la cascarilla de café (Análisis próximo y análisis último), para tener un punto de partida de la relación Carbono/Nitrógeno (C/N). Luego se realizó la construcción de celdas de compostaje para la descomposición de forma natural en dos procesos, el primero en una celda cubierta con plástico negro de polietileno calibre 600 y el segundo se hizo en una celda descubierta, figura 1. Con la información anterior, se procedió a la adecuación de dos biodigestores rotativos (prototipos), figura 2, donde se evaluaron variables como la temperatura, humedad, pH y relación Carbono/Nitrógeno para analizar cómo afectaban la descomposición de la cascarilla de café.

Finalmente, se mezcló la cascarilla de café con ceniza de cascarilla de arroz y se estimaron las variables de descomposición, tanto en las celdas (cubierta y descubierta) como en el biodigestor y se procedió a realizar comparaciones entre el tiempo de descomposición y dichas variables.

Figura1. Celdas para la descomposición natural de los lodos

Figura 2. Biodigestores utilizados en la descomposiciòn

En los primeros 30 días del proceso de descomposición de la cascarilla de café, la temperatura fue tomada con un censor de humedad y temperatura y un multímetro. La medición se realizó en tres puntos diferentes de la celda de compostaje a veinte (20) centímetros de profundidad, constatando que la temperatura era igual en los tres puntos y en los tres equipos. Además, se realizaron mediciones de temperatura en la superficie del material, esta era similar al ambiente.

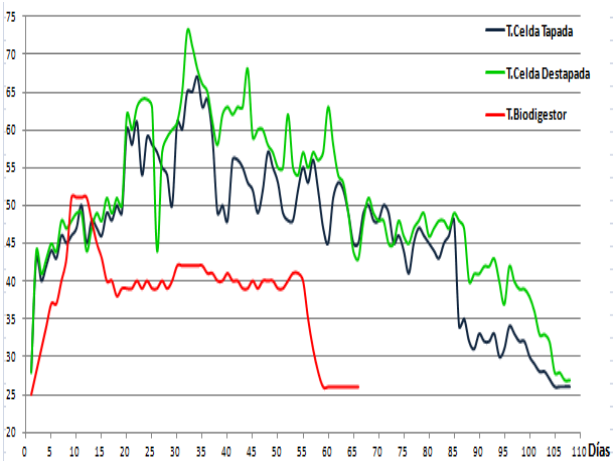
Para determinar el porcentaje de humedad es necesario utilizar el principio de diferencia de peso [2], el cual permite calcular de forma sencilla y rápida la cantidad de agua eliminada de una sustancia por medio del proceso de evaporación. Por consiguiente, es necesario tomar como punto de referencia la temperatura de ebullición del agua, la cual es de 100°C; pero, se decide adicionar un margen de seguridad a fin de garantizar la evaporación total de humedad presente en la materia orgánica, por este motivo se trabaja con 105°C en el proceso de des-humidificación.

Para el desarrollo de esta prueba se aprovecharon las condiciones de trabajo, haciendo pruebas de pH en el momento de sacar las muestras y luego comprobando los resultados en el laboratorio. La medición de pH del abono orgánico fue realizada con dos equipos de última tecnología, denominado pH-metro. El primer equipo es un pH-metro portátil, simple de manejar en campo, de marca SOIL PH METER el cual maneja un rango de 0 a 14 pH con una resolución de 0,01. La medición del pH en el abono orgánico se realizó utilizando pH-metro electrónico, para ello se tomaron 5 gramos de abono a los cuales se les agregó 25 ml de agua destilada, esta mezcla fue agitada y el pH fue medido de forma directa.

III ANÁLISIS DE RESULTADOS

Comparación de la temperatura entre las celdas (cubierta y descubierta) y el biodigestor

La gráfica 1, permite observar el comportamiento de la temperatura de los tres procesos de descomposición de la cascarilla de café. La temperatura que se muestra en la gráfica del biodigestor difiere de las otras debido a que lo que se busca es llegar a la temperatura máxima de descomposición de la cascarilla de café en menos tiempo que la que se logra de manera natural, generando un ambiente y temperatura adecuada para que se dé la presencia de bacterias. El comportamiento de la temperatura en las dos celdas es similar, pero la celda descubierta presenta temperaturas más elevadas porque dicha variable depende de los rayos solares ya que afecta directamente al material. En general para los 3 procesos analizados se constataron rápidos incrementos de temperatura, constituyéndose en la primera evidencia de activación del proceso de compostaje. Se observa como en aproximadamente 7 días las pilas superan los 40ºC dejando su etapa mesotérmica para darle paso a la etapa termofílica. [6], sugiere etapas termofílicas más largas en la medida en que el sustrato es más difícil de degradar.



Gráfica 1. Comparación de Temperatura entre la celda tapada, destapada y el Biodigestor.

Comparación de la Humedad entre las celdas (Cubierta y Descubierta) y el Biodigestor

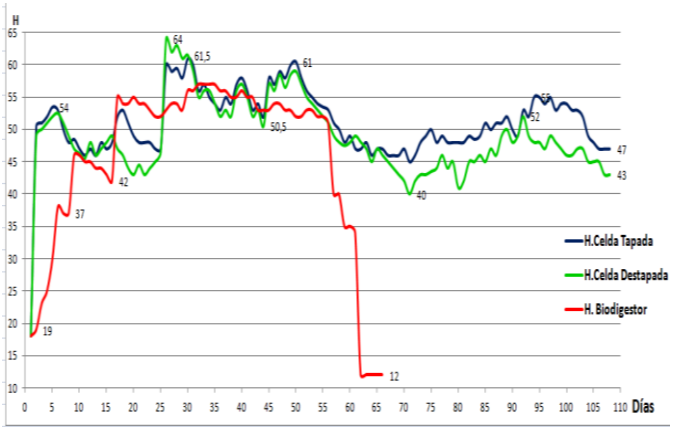
El comportamiento de la humedad que se presenta en el material del biodigestor en la primera etapa es similar al de las celdas, ya que hay que adicionar bastante agua para que llegue al punto adecuado de humedad, alcanzando un máximo de humedad de 57% y se sostiene relativamente constante en 55%, que es una humedad adecuada para

ISSN 1809-3957

garantizar la aparición de bacterias y microorganismos benéficos para el compost. Este material es retirado del biodigestor el día 56 con una humedad de 35% y es secado al sol para evitar aparición de hongos. Finalmente la humedad con la que terminó dicho material fue del 12%.

Según Haug [7] el contenido de humedad durante todo el proceso debe estar en el rango de 45 a 65% siendo este un rango óptimo para el buen funcionamiento del mismo.

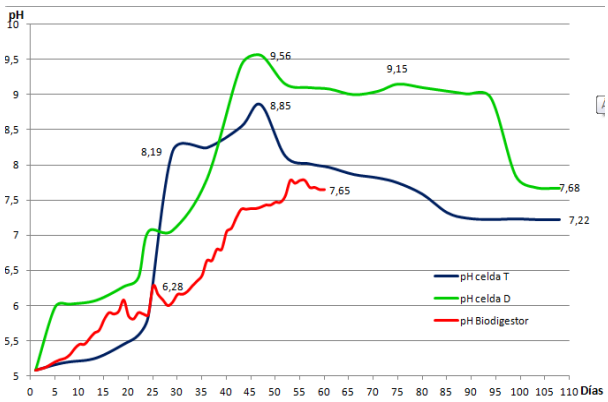
El comportamiento ocurrido en las celdas, es el esperado ya que con el tiempo, la humedad tiende a disminuir. El mayor valor de humedad es 64% y se presenta en el proceso de la celda destapada, en este se ven tres picos significativos porque en esos días se hizo necesaria la adición de agua (Gráfica 2).



Gráfica 2. Comparación de la Humedad de los tres procesos.

Comparación del pH entre la celda cubierta, descubierta y el biodigestor

En la gráfica 3, se aprecia el comportamiento de pH de los tres procesos de descomposición de la cascarilla de café. Al evaluar el comportamiento del pH de la cascarilla de café en las celdas de compostaje se puede decir que no existe diferencia significativa en las dos celdas, es ligeramente más bajo el pH de la celda tapada con plástico que contó con un sistema de aireación pasivo. Probablemente se debe en parte a que ambas celdas tenían ventilación natural, por el sistema de construcción con tablas de madera.



Gráfica 3. Comparación del pH de los 3 procesos.

El comportamiento del pH de la cascarilla de café en el biodigestor durante el compostaje se incrementó de 5,1 a 7,25 y se estabilizó en este valor desde el día 43 al 51, de ahí incrementa hasta un pH de 7,65, y es un valor definitivo para este proceso. Durante los primeros 45 días los tres sistemas muestran un incremento moderado.

El comportamiento del material en el biodigestor difiere del de las celdas ya que presenta la misma tendencia de neutralizarse durante su maduración, hasta que se estabiliza al final del proceso que duro 60 días. Se puede afirmar que el valor del pH es óptimo en los tres procesos ya que se encuentran entre 6,5 y 8, siendo este el rango de los valores ideales para un abono orgánico. Si el pH fuera más bajo el proceso tardaría más en su descomposición. Pero como no es el caso podemos decir que la cascarilla de café ya está madura y apta para usarse como abono orgánico.

El valor de pH es consecuencia directa de la evolución biológica del proceso oxidativo del compostaje y ejerce un efecto evidente sobre la disponibilidad de los nutrientes, porque determina su solubilidad y porque controla la clase y tipo de actividad microbiológica y por lo tanto la mineralización de la materia orgánica [8].

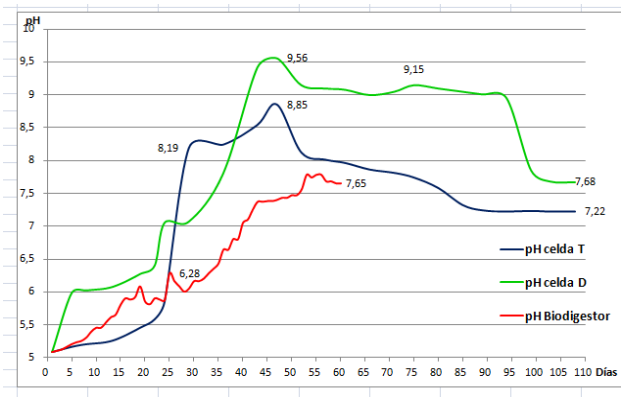
Comparación de la relación Carbono/Nitrógeno (C/N) entre la celda tapada, destapada y el biodigestor

La relación C/N es el factor ambiental más importante en un proceso de compostaje y debe controlarse para asegurar una fermentación correcta siendo este uno de los parámetros que mejor indica la maduración del compost.

Según la gráfica 4, la relación C/N de la cascarilla de café en la celda tapada en 23 días disminuye a 7,59 manteniéndose constante y finaliza con una relación C/N de 6,39 en 108 días de haber iniciado el proceso. La cascarilla de café descubierta bajó hasta 8,29 en 23 días y en adelante se mantuvo estable y gradualmente empezó a descender hasta llegar a una relación de 6,42 a los 108 días terminando su proceso de descomposición.

La cascarilla de café del biodigestor a los 10 días de iniciado el proceso de descomposición presenta una relación C/N de 10, que equivale a 18,9 de carbono y 1,89 de nitrógeno. Esta relación a los 23 días disminuye a 8,29 y en adelante se mantiene estable hasta llegar a los 60 días con una relación C/N de 8,1 equivalente a 18,7 de carbono y 2,32 de nitrógeno. Durante el proceso de descomposición en la celda cubierta, el carbono se mantiene constante, el único valor que varía es el nitrógeno.

Una relación mayor puede hacer más lento el proceso y en una menor no afecta la cinética del proceso pero se corre el riesgo de que el nitrógeno pueda perderse como amoniaco (NH_3) [9]. Sin embargo es claro que el nitrógeno se pierde mayormente por la volatilización del amoníaco cuando las temperaturas son altas y el pH es mayor a 7.5 [10], cosa que ocurrió en la descomposición del material en las celdas.



Gráfica 4: Comparación de la relación C/N entre los tres procesos.

ISSN 1809-3957

Según lo analizado en el punto anterior, se puede concluir que con la implementación del biodigestor se puede reducir el tiempo de descomposición de la cascarilla de café. Evidenciándose esto en la relación carbono /nitrógeno (C/N), en donde los cambios de estos elementos son más notorios y ocurren en menor tiempo que en la descomposición que se presenta en las celdas de compostaje sin ningún tipo de control, con esto se puede determinar que la cascarilla de café se la puede descomponer en el biodigestor en solo 15 días, aquí la materia orgánica ya ha perdido olor y está en forma de tierra, quedando apta para usarla como abono, figura 3.

Figura 3. Lodos sin cenizas y con cenizas.

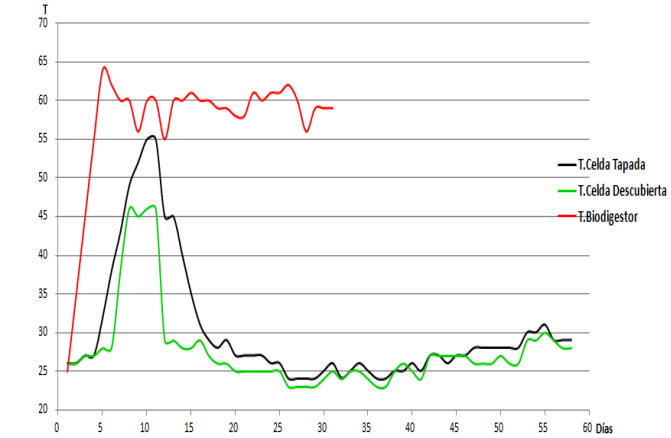
Descomposición de la cascarilla de café mezclada con ceniza de cascarilla de arroz

Según Mosquera [11], la ceniza mejora las características físicas del suelo en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor. Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y micro-biológica del abono y de la tierra; al mismo tiempo funciona como esponja con la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles de la planta, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.

En la gráfica 5, se puede apreciar el comportamiento de la temperatura de la cascarilla de café mezclada con ceniza en su proceso de descomposición, en los tres ambientes, y se puede apreciar que el comportamiento de la temperatura en las dos celdas es similar. La temperatura del compost en la celda tapada alcanza un pico más alto en el día 12 y es de 55°C; a diferencia de la celda destapada que su pico más alto es de 46°C en el mismo día, sosteniéndose por 5 días en esta temperatura.

El compost de las dos celdas muestra que después de alcanzar su pico más elevado disminuyen drásticamente a una temperatura de 30°C. A partir del día 20 el compost de las dos celdas oscila entre 25 y 30°C durante el resto del proceso. Los dos procesos terminan con una temperatura ambiente de 28 a 29°C. Esta caída de temperatura no permite que el compost alcance una adecuada maduración en poco tiempo. En el caso de la cascarilla de café con ceniza en el biodigestor, esta ingresó a la misma temperatura que los otros dos procesos, y a partir del primer día se le indujo la temperatura gradualmente durante los 5 primeros días hasta alcanzar una temperatura máxima de 64°C. A partir del octavo día se sostuvo la temperatura entre 55 y 60°C, hasta el día 30 del proceso.

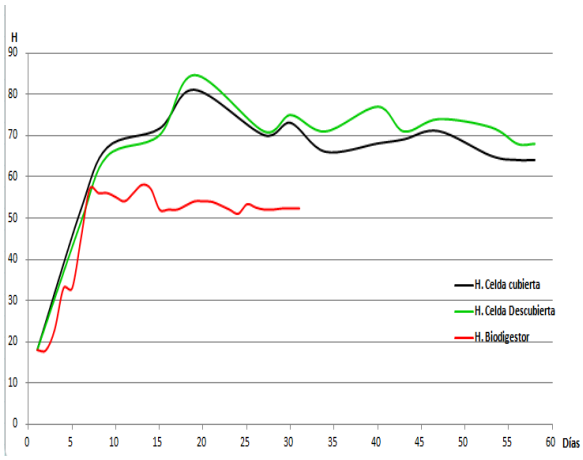
El comportamiento de la cascarilla de café con ceniza en el biodigestor fue muy diferente al de las celdas, ya en que este se podía controlar la temperatura por medio de resistencias eléctricas.



Gráfica 5. Comparación de la temperatura de los tres procesos mezclados con 5% de ceniza.

Análisis y comparación de la humedad de la cascarilla de café mezclada con 5% de ceniza en los tres procesos

La gráfica 6, muestra el comportamiento de la humedad en los tres procesos de descomposición mezclados con 5% de ceniza. El comportamiento de la humedad en las dos celdas de compostaje fue similar durante los 60 días que duró el proceso. La humedad de la celda destapada llego a un valor de 84,7% por razones climáticas y por las condiciones en las que se encontraban (expuesta al aire libre), mientras que la celda que estaba protegida con plástico absorbió humedad por el piso y por ende alcanzó una humedad del 80%. La celda cubierta termino con una humedad de 64% y la descubierta con 68%. Posteriormente, el material de las dos celdas fue secado al sol registrando un valor del 12% de humedad y obteniéndose un material apto para ser usado como abono orgánico. En cuanto a la cascarilla de café con ceniza en el biodigestor, la gráfica 6 indica que la humedad es controlada y llevada a su punto adecuado entre 50 y 60% , en los primeros 7 días del proceso, para que haya una adecuada maduración del compost. Cuando la humedad en el biodigestor alcanza su punto más alto que es de 57%, esta empieza a disminuir gradualmente hasta 52% y empieza a mostrar un comportamiento constante hasta el final del proceso, finalizando con una humedad de 52,3.



Gráfica 6. Comparación de la humedad de los tres procesos mezclados con 5% de ceniza.

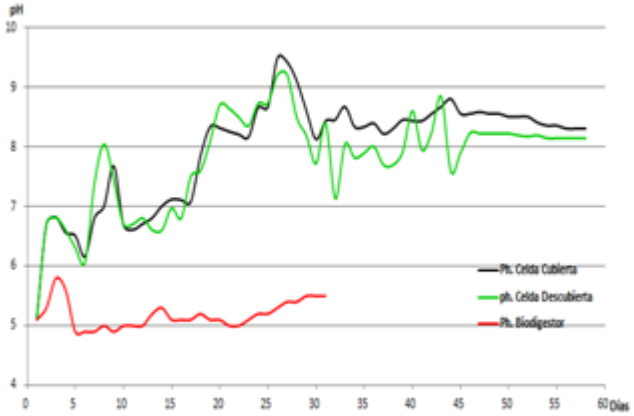
Análisis y comparación del pH de la cascarilla de café mezclada con 5% de ceniza en los tres procesos

El comportamiento que tiene el pH durante la descomposición de la cascarilla de café mezclada con ceniza

ISSN 1809-3957

en los tres procesos, grafica 7, se puede observar que no existe diferencia significativa en las dos celdas, es ligeramente más bajo el pH de la celda descubierta, que contó con un sistema de aireación pasivo. El pH de las celdas cubiertas, alcanza su nivel más alcalino de 9,49 el día 28, y el pH de la descubierta el mismo día es de 9,22. Las celdas cubierta y descubierta tienen fluctuaciones considerables los primeros 28 días hasta alcanzar su nivel de pH más alto, luego se empiezan a estabilizar en un pH de 8 y 8,5 y finalmente terminan, la celda tapada con un pH de 8,3 y la destapada con un pH de 8,15. El comportamiento del pH de la cascarilla de café mezclada con 5% de ceniza en el biodigestor durante el compostaje se incrementó de 5,1 a 5,8 en los primeros 3 días del proceso de descomposición, luego disminuyó a 4,9 el día 5, estabilizándose en 5 hasta con fluctuaciones muy cercanas a este durante el proceso, y finalmente se estabilizo en 5,5 hasta el final del compostaje que duro 30 días.

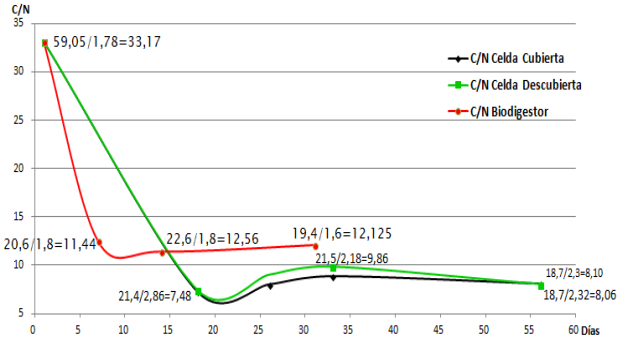
Debido a que el pH de la materia orgánica en el biodigestor es baja al final del proceso, si se desea utilizar como abono orgánico es necesario neutralizarla.



Gráfica 7. Comparación del pH de los tres procesos mezclados con 5% de ceniza.

Análisis y comparación de la relación Carbono/Nitrógeno de la cascarilla de café con 5% de ceniza en los tres procesos

El comportamiento de la relación C/N de la cascarilla de café con 5% de ceniza en los tres procesos, figura 8, donde se observa que la relación C/N de las dos celdas es similar, estas inician su proceso con una relación de 33,17 y en 18 días de compostaje disminuye a 7,48, de este punto en adelante la celda de compost tapada aumenta el nitrógeno pero al final del proceso de descomposición tienen una relación de 8,1. En cuanto al comportamiento de la cascarilla de café con ceniza en el biodigestor rotativo, su relación disminuyó en 7 días de iniciado el proceso a 11,44 con un contenido de carbono de 20,6 y 1,8 de nitrógeno. Esta relación aumentó el día 14 a 12,56 con un contenido de carbono de 22,6 y 1,8 de nitrógeno, finalizando el proceso con una relación C/N de 9,86 con un contenido de carbono de 19,4 y 1,6 de nitrógeno. Con los resultados obtenidos en el biodigestor podemos deducir que entre 7 y 9 días el material ya se podría usar como abono orgánico; ya que la relación C/N está muy cercana a 10 que es el valor óptimo para un compost.



Gráfica 8. Comparación de la relación C/N de los tres procesos mezclados con 5% de ceniza.

Se puede estimar que el biodigestor rotativo es un equipo efectivo para acelerar el proceso de descomposición de la cascarilla de café mezclada con ceniza, acelerando la conversión del carbono a dióxido de carbono y por ende generando una reducción en la relación carbono – nitrógeno en menor tiempo que en las celdas. De acuerdo a los datos recolectados y las gráficas obtenidas, se puede deducir que el tiempo de descomposición de la cascarilla de café mezclada con ceniza disminuye de 60 días en las celdas a 10 días como máximo en el biodigestor rotativo.

IV. CONCLUSIONES

Se determinó que la ceniza acelera el proceso de maduración, ya que la cascarilla de café con ceniza presenta menor tiempo en activarse y alcanzan su máximo valor de temperatura más rápido. El aspecto físico es mejor, comparado con los que no tiene ceniza, ya que son más sueltos, no se compactan y en el interior del biodigestor rotativo el material forma pequeñas esferas lo cual ayuda a que no se adhieran a las paredes del mismo.

Se concluye que al comparar el compost de la celda con el del biodigestor, este disminuye en un 65% el tiempo de descomposición, y en el mismo proceso pero con ceniza, se disminuye el tiempo de descomposición en un 90%.

El bajo costo de obtención de la biomasa, el alto rendimiento en un periodo corto de tiempo y el valor nutritivo de la misma, permiten recomendar el uso de la cascarilla de café para producir abono orgánico. Además, constituye una alternativa para el aprovechamiento de residuos agroindustriales y por ende, beneficios económicos y nuevas oportunidades de trabajo.

En términos generales la investigación permitió concluir que: El compost final obtenido en el biodigestor brindó los mejores resultados, este material se caracteriza por un elevado contenido de materia orgánica y nitrógeno, por ser un producto estable, tener un grado de madurez adecuado y un alto valor agronómico. El compostaje se muestra como una tecnología viable desde el punto de vista técnico y ambiental para el aprovechamiento de la cascarilla de café producida en grandes cantidades en la industrialización del café.

V. BIBLIOGRAFIA

[1] Gourcy, Fernando Ramos. Producción Vegetal Orgánica. México. 2000.

[2] Haug, Roger T. Sistemas Cerrados de Compostaje. Revista: Sistemas y Técnicas para el Compostaje. 1993.

ISSN 1809-3957

[3] Sánchez, Polo. Compostaje. Técnicas de Tratamiento en Contaminación. 1987.
[4] Muñoz, José Emilio. Tecnología Apropiada para el Manejo Orgánico. Caloto, Cauca. 2005.
[5] Sztern, Daniel y Miguel A Pravia. (1996). Manual para la elaboracion de compost, bases conceptuales y procedimientos. Unidad de Divulgación Ambiental, 51-53.
[6] MARTÍNEZ, Gonzalo. Evolución temporal del alperujo procedente de Almazara. Tesis de Postgrado. Universidad de Córdoba. España, 2004.
[7] HAUG, Roger. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers, 1993.
[8] RAMÍREZ, N. y RODRÍGUEZ, S. Adecuación del sistema de tratamiento de residuos sólidos orgánicos generados en la planta de producción de alimentos de Levapan S.A. por compostaje. UDCA. Bogotá, 2008.
[9] AVENDAÑO, D. El proceso de compostaje. Tesis de Postgrado. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, 2003.
[10] SAURI, M., NAJERA, H., y OTROS. Aplicación del compostaje como método de tratamiento de los residuos de frutas producidos en zonas de alta generación. En: Ingeniería Revista.
Académica. Enero/abril v.6 n.001. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida (México), 2002.
[11] MOSQUERA, BYRON (FONAG). Abonos Orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Fondo para la protección del agua. Septiembre 2010.
Sánchez, José. No más desiertos verdes! Una experiencia en agricultura orgánica, Primera edición. San José, CODÉESE. 1995.
[12] DAMA, CINSET. Planes de Acción para el Mejoramiento Ambiental. Unidad de Asistencia. Técnica Ambiental para PYMES -ACERCAR. Bogotá, 2002.
[13] ICONTEC. NTC 5167. Proyecto de Norma Técnica Colombiana. Productos para la industria agrícola, materiales orgánicos utilizados como abonos o fertilizantes y como enmiendas de suelo.
[14] VARNERO, M., ROJAS, A. y ORELLANA, R. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. Journal of Soil Science Nutrition. 7 (1) (28-37), 2007.
[15] Sanchez, Polo. (1987). Compostaje, Técnicas de tratamiento en contaminación. Costa Rica.
[16] Santos, Trinidad. (1987). El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. México: Serie Cuadernos Edafología.
[17] Tochez, Selio José Muñoz. (2007). Tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos y su construcción a la solución de problemas medioambientales. Universidad Nacional, Sede Palmira.
[18] Trápaga, Fernando Torrez. (2010). Agricultura Organica, tercera parte. Durango, México: José Luis Garcia, Enrique Salazar, Ignacio Orona, Héctor Idilio Trejo.
[19] Varela, Gregorio. (2007). Memorias de Resumenes. Salvador: Garibay, Gilles Weidmann.
[20] Soto, Gregorio. (2006). Abonos orgánicos, Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 20-49.
[21] Natalie Andrews. Propiedades de las cenizas de la cascarilla de arroz
[22] Arcosa Andrea, Pintob Diego, Rodríguez Jorge, La cascarilla de arroz como fuente de SiO2 8 de noviembre de 2006

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

DINÂMICA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE CULTIVARES DE AZEVÉM ANUAL SUBEMTIDOS AO REGIME DE CORTES EM DIFERENTES LOCAIS DE AVALIAÇÃO

RICARDO BEFFART AIOLFI[1]; ANDRÉ BRUGNARA SOARES[1]; PAULO FERNANDO ADAMI[2]; CHRISTIANO SANTOS ROCHA PITTA[3]; LURYAN TAIRINI KAGIMURA[1]; ANDERSON CAMARGO DE LIMA[1]; BRUNO ALCIDES HAMMES SCHMALZ[1]

[1] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco; [2] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos; [3] – Instituto Federal do Paraná – Campus de Palmas.
ricardobeffartaiolfi@gmail.com

Resumo** – Muitos cultivares de azevém anual (Lolium multiflorum* **Lam.) estão sendo inseridos no mercado de plantas forrageiras do Brasil. Entre eles estão cultivares diploides e tetraploides desenvolvidos em condições climáticas diferentes. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a dinâmica e a produção de forragem de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual avaliados em dois diferentes locais. Os experimentos foram conduzidos em Palmas/PR (Local 1) e Pato Branco/PR (Local 2). A metodologia de avaliação foi a mesma em ambos os locais. Os experimentos foram conduzidos em delineamento blocos ao acaso com quatro repetições. Os cultivares avaliados foram INIA Titan e Barjumbo (Tetraploides) e BRS Integração e BRS Estações (Diploides). As variáveis avaliadas foram produção de forragem (kg MS ha^{-1}) e a taxa de acúmulo diária (kg MS $ha^{-1}dia^{-1}$) para cada mês. As maiores taxas de acúmulo de forragem para todos os cultivares avaliados acontecem entre os meses de agosto e outubro, independentemente do local de avaliação. Os cultivares quando avaliados na região de Palmas/PR (Local 1) apresentam maiores taxas de acúmulo quando comparados a região de Pato Branco/PR. Com exceção do cultivar Barjumbo, todos os demais cultivares apresentam maior produção de forragem na região de Palmas/PR. Há diferença estatística para produção de forragem entre diploides e tetraploides, porém não há uma tendência de tetraploides serem mais produtivos que diploides e vice-versa.*

***Palavras-chave:** Diploide. Tetraploide. Lolium multiflorum* **Lam.**

I. INTRODUÇÃO

A vasta extensão territorial aliada ao clima adequado condiciona ao Brasil explorar e ampliar sua produção animal a pasto.

Na região sul do país, o sistema pecuário tem como a sua principal fonte nutricional as pastagens nativas. Em decorrência disto tem-se uma alta produção na estação do verão, e acentuada queda na quantidade e qualidade da pastagem entre o outono-inverno (ROSO *et al.*, 2000). Para a manutenção de índices produtivos capazes de suprir a demanda crescente por alimentos e ainda solucionar a carência forrageira neste período são utilizadas pastagens anuais de inverno.

O azevém é uma das espécies anuais de clima temperado utilizadas no Brasil em função da sua adaptabilidade e ressemeadura natural além de proporcionar uma elevada produtividade de matéria seca de alta qualidade bromatológica, refletindo em bons índices zootécnicos (MULLER *et al*., 2009).

O azevém anual é caracterizado pelo seu genoma apresentando-se nas ploidias 2n ou 4n, além de seu grau de alternatividade e a duração do ciclo vegetativo. O germoplasma de azevém utilizado pela maioria dos produtores é o azevém diplóide (*Lolium multiflorum* Lam.), denominado azevém comum (TONETTO *et al*., 2011).

Em busca de maior performance produtiva vem sendo desenvolvidos novos genótipos de azevém. A partir da duplicação cromossômica no melhoramento genético do azevém foram desenvolvidas plantas tetraploides que apresentam células maiores e consequentemente quantidades superiores de conteúdo celular tal como lipídeos, proteínas e carboidratos (OLIVEIRA, 2013). Algumas diferenças do azevém tetraploide em relação ao diploide são folhas mais largas e de coloração mais escura, menor número de perfilhos, mas de maior tamanho, menor conteúdo de matéria seca e sementes maiores (OLIVEIRA, 2013).

Devido o destaque das pastagens hibernais, como o azevém, no cenário agropastoril do Sul do Brasil é de grande importância a análise e quantificação dos fatores produtivos e a implicância no contexto de sustentabilidade com o passar do tempo.

O comportamento da pastagem neste período é o que define o planejamento e a severidade do vazio forrageiro. Entretanto a produção total de forragem não pode ser usado como parâmetro singular para as práticas de manejo devido a flutuação da produção. O planejamento adequado pode ser feito com base na taxa de acúmulo mensal, variável representativa da dinâmica de produção (FERRAZZA *et al.*, 2013).

O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a dinâmica de acúmulo de forragem e a produção de forragem total de diferentes cultivares de azevém anual em dois locais distintos.

ISSN 1809-3957

II. PROCEDIMENTOS

A pesquisa foi desenvolvida no ano de 2013 em duas regiões do Paraná, em Palmas (Local 1) e em Pato Branco (Local 2), adotando-se, em cada local, a avaliação dos mesmos cultivares de azevém (*Lolium multiflorium* Lam). As cultivares de azevém utilizadas foram BRS Integração, BRS Estações (diploides) e Barjumbo e INIA Titan (tetraploide), semeando-se, para cada material, 35 kg de sementes por hectare.

No Local 1, o experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal do Paraná (altitude de 1115 metros), em uma área de 108 m^2, dividida em 27 parcelas de 4 m^2. O clima da região é Cfb, de acordo com a classificação de Köppen. O solo predominante na área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, com textura argilosa. Após a realização da análise química do solo, foram utilizados para adubação de base 100 kg ha^{-1} da formulação NPK 08-20-15. A implantação das cultivares de azevém ocorreu no dia 07/05/2013, de forma manual, por meio da abertura de sulcos espaçados em 0,17 m, efetuando-se a cobertura das sementes com auxílio de rastel. Além da adubação de base, efetuou-se aplicação de nitrogênio em cobertura, quando as plantas encontravam-se no perfilhamento, utilizando-se 100 kg ha^{-1} de N na forma de ureia.

Em relação ao Local 2, o experimento foi conduzido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (altitude de 767 metros). O clima da região é do tipo Cfa, conforme classificação de köppen. O solo predominante na área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, de textura argilosa. Após a realização e interpretação da análise química do solo, aplicou-se 90 kg ha^{-1} da formulação NPK 08-20-20. Da mesma forma que no Local 1, também realizou-se adubação de cobertura na mesma fase de desenvolvimento da cultura, com mesma dose e fonte de N.

A semeadura dos cultivares foi realizada em 29/04/2013 com auxílio de semeadora de precisão com espaçamento de 0,17 m entre linhas.

O delineamento experimental adotado em ambos os locais foi de blocos ao acaso, com quatro repetições.

O critério de corte das plantas, visando à avaliação quantitativa da forragem foi o mesmo para ambos os locais. Quando, aproximadamente 30% dos materiais atingiam 20 cm de altura, todas as parcelas foram submetidas ao corte até ficarem com 10 cm de parte aérea remanescente. Posterior ao corte, realizado com o auxílio de um quadro de 0,25 m^2 e de uma tesoura de esquila, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas. Depois de seco, o material foi devidamente pesado para se determinar produção de MS total e por corte.

A taxa de acúmulo de massa de forragem (TA) foi calculada para os meses de maio a novembro para ambos os locais. Conforme descrito por Ferrazza (2013), a produção de massa do primeiro corte foi dividida pelo número de dias entre a semeadura e o primeiro corte, caracterizando a TA do primeiro mês, Para os meses subsequentes, a TA foi calculada dividindo-se a massa produzida no corte do mês pelo número de dias entre os cortes e, após, fez-se a ponderação das TA referentes a cada mês, utilizando a seguinte equação:

$$TA_{mi} = [(TA_{x,x-1} * NDM_{x,x-1}) + (TA_{x,x+1} * NDM_{x,x+1})] / ND_{mi}$$

em que: TA_{mi} refere-se a taxa de acúmulo de determinado mês i; $TA_{x,x-1}$: taxa de acúmulo entre o corte atual (x) e o corte anterior (x-1); NDMx,x-1: número de dias do mês i entre os cortes x e x-1; $TA_{x,x+1}$: taxa de acúmulo entre o corte atual (x) e o próximo corte (x+1); $NDM_{x,x+1}$: número de dias do mês i entre os cortes x e x+1 e ND_{mi}: número de dias do mês i.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram submetidos a comparação múltipla de médias pelo teste de Tukey ($P<0.05$).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ambos os locais de avaliação houve interação entre cultivares e meses de avaliação ($P<0.05$).

No Local 1 (Tabela 1) em nenhum dos meses foi observada diferença na taxa de acúmulo (TA) dos diferentes cultivares, entretanto, cada cultivar apresentou um comportamento diferente no decorrer dos meses. O cultivar tetraploide Barjumbo, apresentou os maiores valores de TA a partir do mês de setembro até o mês de novembro. Para os demais cultivares a TA começa a apresentar valores superiores desde antes do cultivar Barjumbo, o maior acúmulo de forragem inicia ainda no mês de agosto se estendendo com valores levados até novembro.

Para o Local 2 (Tabela 2), diferenças na TA entre cultivares nos diferentes meses ocorreu apenas para o mês de outubro, sendo que o cultivar Barjumbo foi o cultivar com a menor TA, embora não diferente do cultivar INIA Titan. Com relação ao comportamento de cada cultivar nos diferentes meses, o Barjumbo apresentou valores elevados de acúmulo de forragem de julho a outubro. O cultivar INIA Titan apresentou valor elevado de acúmulo de forragem apenas no mês de outubro, já os cultivares BRS Integração e BRS Estações, concentraram o maior acúmulo de forragem entre os meses de agosto até outubro.

Com esses resultados é possível observar que mesmo sendo cultivados em dois locais distintos, os cultivares avaliados apresentaram, de modo geral, um comportamento muito parecido no acúmulo de forragem, sendo que os maiores valores de acúmulo de forragem foram verificados entre os meses de agosto a outubro.

O fato das elevadas taxas de acúmulo acontecer entre os meses de agosto e outubro é bastante positivo, visto que na região sul do Brasil além do vazio forrageiro de outono, também há problemas com o vazio forrageiro de primavera, que acontece entre os meses de setembro e outubro e é quando as forrageiras hibernais já não estão mais produzindo forragem nem em quantidade nem em qualidade e as forrageiras de verão estão se estabelecendo. Assim, os materiais avaliados atuariam de forma satisfatória disponibilizando forragem em um dos períodos críticos do ano.

Aguinaga *et al*. (2008) estudando o comportamento de uma pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas, não encontraram diferença na TA diária entre os períodos de avaliação. Entretanto, quando comparados os resultados da mesma altura de manejo utilizado no trabalho

mencionado e no presente trabalho, entre os meses de julho e agosto o presente trabalho apresentou valores mais baixos, independente do local de avaliação, mas para os demais períodos os valores encontrados em nossa pesquisa, no Local 1, foram bem superiores, já os encontrados no Local 2 foram semelhantes.

Carvalho *et al.* (2010) também avaliando o comportamento de uma pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas, para o mesmo manejo do presente trabalho, encontram valores de TA diária maiores que as do presente trabalho apenas no mês de novembro e maiores apenas que as encontradas no Local 1.

Elejalde *et al.* (2005) avaliando a TA em pastagem de azevém submetida a diferentes manejos das massas de forragem encontraram valores inferiores em todos os meses de avaliação quando comparado aos dois locais de avaliação da presente pesquisa.

Roso *et al.* (2000) avaliando a dinâmica de acúmulo do azevém consorciado com aveia preta, triticale e centeio, também encontraram valores inferiores ao do presente trabalho em todos os meses de avaliação independente do local de avaliação.

Ferrazza *et al.* (2013) avaliando a dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura, quando semeados cultivares diploides de azevém aproximadamente na mesma data em que os materiais em ambos os locais do presente estudo foram semeados, encontraram valores de taxa de acúmulo diário superiores aos dois locais da presente pesquisa apenas no mês de julho, nos demais meses, as taxas de acúmulo, dos dois locais de avaliação do nosso trabalho, foram superiores.

Tabela 1. Taxa de acúmulo de matéria seca (Kg MS ha^{-1} dia^{-1}) de diferentes cultivares de azevém anual em diferentes meses do ano em Palmas/PR, 2014.

Cultivares	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Barjumbo	39,16 a C*	39,16 a C	39,16 a C	80,85 b BC	86,01 a AB	118,25 a AB	129,1 a A
Titan	51,11 a B	51,11 a B	51,11 a B	143 a A	101,3 a A	100,44 a A	103,1 a A
Integração	42,41 a C	42,41 a C	42,41 a C	141,2 a A	88,98 a B	101,69 a AB	109,8 a AB
Estações	49,01 a B	49,01 a B	49,01 a B	125,7 a A	120,6 a A	119,32 a A	119,2 a A

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si (P<0.05).

Tabela 2. Taxa de acúmulo de matéria seca (Kg MS ha^{-1} dia^{-1}) de diferentes cultivares de azevém anual em diferentes meses do ano em Pato Branco/PR, 2014.

Cultivares	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Barjumbo	18,85 a C*	18,85 a C	61,89 a AB	71,74 a AB	69,96 a AB	73,99 b A	44,55 a BC
Titan	6,09 a D	6,09 a D	51,72 a BC	69,11 a B	59,57 a BC	98,12 ab A	37,01 a C
Integração	5,68 a C	5,68 a C	55,55 a BC	89,96 a AB	76,29 a AB	103,85 a A	
Estações	9,4 a D	9,4 a D	56,27 a BC	78,48 a AB	73,99 a AB	95,3 a A	34,36 a CD

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si (P<0.05).

Quando comparada a produção de forragem entre os dois locais de avaliação (Tabela 3), foi observada interação entre cultivares e locais (P<0.05).

Para o Local 1, o cultivar tetraploide Barjumbo foi o que apresentou a menor produção de forragem não sendo diferente estatisticamente da produção do cultivar diploide BRS Integração. Já no Local 2, o cultivar BRS Integração foi o que apresentou a menor produção de forragem. Quando comparado o comportamento individual de cada cultivar em ambos os locais, com exceção do cultivar tetraploide Barjumbo, que não apresentou diferença, todos os outros cultivares apresentaram uma maior produção de forragem no Local 1. O azevém é uma planta originária de clima temperado e isso pode ajudar a explicar a maior produção de forragem obtida no Local 1. Enquanto que a região de Palmas/PR é caracterizada por um clima Cfb, a região de Pato Branco/PR fica situada numa zona climática classificada como Cfa. Isso condiciona à Palmas (Local 1) uma temperatura média anual mais baixa em relação a Pato Branco (Local 2). Isso pode ter feito com que os cultivares avaliados, com exceção do Barjumbo, se adaptassem melhor às condições edafoclimáticas e pudessem expressar melhor o seu potencial produtivo.

Tecacenco (1989) fez um comparativo entre cultivares de azevém anual, diploides e tetraploides, no município de Lages/SC e encontrou a maior produção de forragem, aproximadamente 6700 kg MS ha^{-1}, para o cultivar EMPASC 301.

Tonetto (2009) avaliando a produção de forragem de cultivares de azevém diploides e tetraploides na região de Santa Maria/RS, observaram que os cultivares diploides Comum, São Gabriel e LE 284 foram os que apresentaram as maiores produções. Segundo o autor, os diploides apresentaram maiores produções possivelmente por estarem mais adaptados às condições locais.

Rocha *et al*. (2007), pesquisando o comportamento de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul não encontrou diferença na produção de forragem entre o cultivar tetraploide Titan e o cultivar diploide LE 284.

Contudo, todos os trabalhos mencionados, que avaliaram a produção de forragem entre diploides e tetraploides, alcançaram produções de forragem inferiores as do presente trabalho, independente do cultivar estudado. Isso pode ser explicado por fatores como metodologia de avaliação e as condições climáticas em que os experimentos estavam submetidos.

Tabela 1. Produção de forragem total (kg MS ha^{-1}) de quatro cultivares de azevém anual submetidos ao regime de cortes em diferentes locais de avaliação.

Cultivares	Palmas			Pato Branco		
Barjumbo	12727	b	A	10321,70	a	A
Titan	15444	a	A	10534,90	a	B
Integração	14351	ab	A	9332,60	b	B
Estações	15977	a	A	10346,40	a	B

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si (P<0.05).

IV. CONCLUSÃO

As maiores taxas de acúmulo de forragem para todos os cultivares avaliados acontecem entre os meses de agosto e outubro, independentemente do local de avaliação.

Os cultivares quando avaliados na região de Palmas/PR (Local 1) apresentam maiores taxas de acúmulo quando comparados a região de Pato Branco/PR.

Com exceção do cultivar Barjumbo, todos os demais cultivares apresentam maior produção de forragem na região de Palmas/PR.

Há diferença estatística para produção de forragem entre diploides e tetraploides, porém não há uma tendência de tetraploides serem mais produtivos que diploides e vice-versa.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUINAGA, Angelo Antonio Queirolo. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1523-1530, 2008.

CARVALHO, Paulo César de Faccio. et al. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1857-1865, 2010.

ELEJALDE, Denise Adelaide Gomes. et al. **Perdas de forragem e taxa de acúmulo em pastagem de azevém**. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia/GO, 2005.

FERRAZZA, Jussara Maria. et al. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1174-1181, jul. 2013.

MULLER, Liziany et al . Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, Ago. 2009.

OLIVEIRA, Lucas Vargas. **Características morfogênicas e estruturais de cultivares de azevém.** 65f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2013.

ROCHA, Marta Gomes da. et al. Avaliação de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p. 1990-1999, 2007.

ROSO, Cledson et al . Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém: 1. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, Fev. 2000.

TCACENCO, Fernando Adami. Comparação de cultivares de azevém anual em Lages, estado de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 24(2): 157-163, fev. 1989.

TONETTO, Cléber José. **Avaliação de genótipos de azevém diploide e tetraploide com manejos distintos de cortes visando duplo propósito**. 54f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2009.

TONETTO, Cléber José et al . Produção e composição bromatológica de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Zootecnia Tropical**, v. 29, n. 2, Jun. 2011.

V. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

TEOR E PRODUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA DE CULTIVARES DIPLOIDES E TETRAPLOIDES DE AZEVÉM ANUAL SUBMETIDOS AO REGIME DE CORTES

ANDRÉ BRUGNARA SOARES[1]; RICARDO BEFFART AIOLFI[1]; DANIEL FELIPE MIOTO[1]; LURYAN TAIRINI KAGIMURA[1]; ANGELA BERNARDON[1]; IZABELA GOMES[1]

[1] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco.

soares@utfpr.edu.br

Resumo** – O azevém anual (Lolium multiflorum* **Lam.) é uma das espécies forrageiras de estação fria mais utilizada na região sul do país devido a características desejáveis como alta produção de forragem de alta qualidade. Nos últimos anos, muitos materiais melhorados da espécie, diploides e tetraploides, estão sendo introduzidos no mercado de plantas forrageiras do sul do Brasil. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o teor de proteína e a produção de proteína bruta total de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual submetidos ao regime de cortes. O experimento foi realizado na estação experimental do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco. Foram avaliados 9 cultivares de azevém, 6 diploides e 3 tetraploides. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições. O teor de proteína bruta foi mensurado pelo método do Micro Kjeldahl e a produção de proteína foi obtida pela multiplicação da produção de matéria seca pelo teor de proteína de cada amostra. Com os resultados foi possível concluir que não há uma tendência de cultivares diploides ou tetraploides apresentarem teores de proteína bruta superiores. O teor médio de proteína bruta dos cultivares avaliados é maior no início do ciclo produtivo, enquanto as plantas estão em estágio vegetativo. Com o avanço do ciclo produtivo os teores de proteína bruta diminuem de forma linear. A dinâmica da produção de proteína bruta entre cortes é irregular, aumentando e diminuindo durante o ciclo produtivo, não seguindo um padrão de produção, ou seja, não necessariamente no início do ciclo a produção de proteína será maior. Existe diferença na produção de proteína bruta total entre os cultivares com destaque para os cultivares tetraploides INIA Escórpio, Barjumbo e INIA Titan e o cultivar diploide BRS Estações.***

Palavras-chave: Pastagem hibernal. Lolium multiflorum* Lam. *Qualidade de forragem.

I. INTRODUÇÃO

A região sul do país, caracterizada principalmente pela pecuária baseada no sistema a pasto, tem como uma das espécies hibernais mais utilizadas o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). A grande utilização dessa espécie é devido as suas características positivas como ressemeadura natural, alta produção de forragem, boa adaptação a diversas condições edafoclimáticas, boa alternativa em épocas de vazio forrageiro e também por conta do elevado valor nutricional, principalmente relacionado aos teores de proteína e a digestibilidade.

O teor de proteína presente nas plantas de azevém varia em torno de 20 a 30%, porém, essa quantidade é dependente do manejo da pastagem, período de utilização, adubação nitrogenada, composição estrutural e a utilização de diferentes cultivares. No caso de folhas novas e com pastejos casuais, há uma diferença no teor de proteína que pode ultrapassar o valor de 30% (LIPPKE e ELLIS, 1997; OLIVO *et al*, 2009; SKONIESKI *et al*, 2001; TONETTO *et al*, 2011).

Nos últimos anos, o material de azevém denominado 'comum', o material mais utilizado pelos produtores, veio perdendo espaço, visto que com a dessecação antecipada para o início do cultivo de verão provocou uma diminuição de seu ciclo produtivo, resultando em uma menor produção total de forragem. Assim, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas nos últimos anos em busca de materiais que contornem o problema de redução do ciclo produtivo do azevém, além de serem mais produtivos e resistentes.

Entre os últimos lançamentos de cultivares de azevém no mercado, estão cultivares diploides, materiais de mesma ploidia do azevém comum, mas também há cultivares tetraploides, que nada mais são do que plantas com o número de cromossomos duplicados em relação aos diploides.Todavia, essa duplicação apresenta algumas diferenças, principalmente no que se refere ao tamanho de células. Dessa forma, com o aumento de volume celular, teores de água, carboidratos, lipídeos e proteínas também aumentam, ou seja, há um maior desempenho da planta quando comparado aos diploides (NAIR, 2004).

Estudos realizados por Rocha *et al.* (2007a) e Tonetto *et al.* (2011) evidenciaram a relação entre o período de avaliação e concentração de proteínas em diferentes cultivares de azevém. Observou-se que na medida em que os materiais se encaminhavam ao estádio reprodutivo, menores teores de proteína eram encontrados. Além disso, ambos os trabalhos evidenciaram diferenças no teor de proteína bruta entre os cultivares avaliados, porém, no que se diz respeito aos cultivares tetraploides, o teor de proteína foi mais baixo em relação ao comum e outros diploides.

ISSN 1809-3957

Por outro lado, Souza *et al*. (2014) através de estudos realizados na região, encontraram valores de proteína bruta superiores para o cultivar tetraploide Barjumbo, principalmente em cultivo solteiro, comparado ao azevém comum, mas também apresentando elevado teor de proteína quando consorciado com aveia.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor de proteína bruta e a produção de proteína bruta de cultivares diploides e tetraploides de azevém anual submetidos às condições edafoclimáticas da região sudoeste do Paraná.

II. PROCEDIMENTOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Agronomia da UTFPR – Câmpus Pato Branco, localizada a 767 m de altitude, latitude 26°10' S e longitude 52°41' O. Foram avaliados nove cultivares de azevém anual: INIA Bakarat, La Estanzuela 284, BRS Ponteio, BRS Estações, BRS Integração, Comum – Município de origem: Júlio de Castilho/RS (Diploides) e INIA Escórpio, INIA Titan e Barjumbo (Tetraploides).

A semeadura foi realizada no dia 29 de abril de 2013, com densidade de semeadura de 900 sementes m^{-2} e espaçamento entre linhas de 0,17 m. A adubação de base foi realizada com uso de fertilizante NPK 8-20-20 e, posteriormente, no perfilhamento foram aplicados 100 kg ha^{-1} de N em cobertura na forma de ureia.

As parcelas eram compostas por uma área total de 12 m^2 (3,0 m x 4,0 m), dispostas em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições.

Quando o dossel de aproximadamente 30% dos materiais avaliados atingiam 20 cm de altura era realizado o corte em todos os materiais em todas as repetições. O corte era feito de modo que ficassem 10 cm remanescentes da pastagem. A área de cada corte foi de 0,25 m².

Ao todo foram realizados nove cortes, compreendendo o período de 03 de julho a 19 de dezembro de 2013.

Após cada coleta, as amostras eram armazenadas em sacos de papel e levadas até estufa de secagem onde permaneciam por 72 horas a uma temperatura de 55°C.

Posteriormente as amostras eram moídas com o auxílio de um moinho de faca tipo Willey (< 40 mesh) e então conduzidas ao laboratório de Bromatologia da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, para realização das análises laboratoriais. O método utilizado para a determinação do teor de proteína bruta (PB, g kg^{-1}) foi o Micro Kjeldahl (AOAC, 1984), com auxílio da seguinte equação:

$$\text{PB} = \frac{(V * FC * 6{,}25 * 0{,}0014)}{PA}\ x\ 100$$

em que: PB representa proteína bruta; V volume de HCl gasto na titulação; FC fator de correção do ácido; PA peso da amostra seca. Para determinar a produção de proteína bruta (PPB, kg PB ha^{-1}) foi utilizada a média ponderada de produção para cada corte.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey (P<0.05).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação (P>0.05) entre cultivares e número de cortes para a variável teor de proteína bruta (PB, g kg^{-1}). Por outro lado, quando avaliados os fatores de modo individual foi verificada diferença significativa (P<0.05) entre os cultivares avaliados bem como entre cortes.

Os cultivares tetraploides Barjumbo, INIA Titan, INIA Escórpio e os diploides INIA Bakarat, BRS Ponteio e o material Comum foram superiores aos demais materiais avaliados (Figura 1).

Esses dados permitem concluir que, nas condições em que o experimento foi conduzido, não há uma tendência de cultivares tetraploides ou diploides apresentarem um teor de proteína bruta superior.

Hanisch (2014), conduzindo um ensaio de VCU de forrageiras de inverno na região do Planalto Norte Catarinense, no ano agrícola 2013/2014, em que eram avaliados cultivares diploides como Eclipse e Sonik e também tetraploides como Zorro, Avance, Abundant e Bastille, não encontrou diferença entre os cultivares avaliados para o teor de proteína bruta, sendo que o teor médio de proteína bruta foi de 22,9%, praticamente o mesmo valor encontrado no nosso trabalho, que foi de 23,3%.

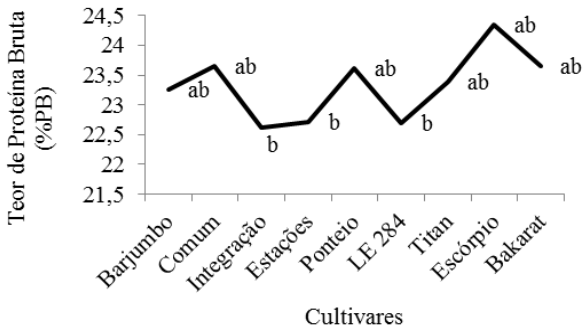


Figura 1. Teor médio de proteína bruta (%PB) de diferentes cultivares de azevém anual submetidos ao regime de cortes. Pato Branco/PR, 2014.

Em relação ao teor de proteína nos diferentes cortes, foi verificado que com o avanço no número de cortes, diretamente relacionado ao avanço no ciclo produtivo da pastagem, houve uma redução significativa (P<0.05) no teor de proteína bruta dos cultivares, variando em aproximadamente 10% do primeiro ao último corte (Figura 2).

Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que durante o ciclo produtivo, a planta sofre variações na composição estrutural, de modo que as proporções entre folhas e colmos sejam alteradas, reduzindo o teor de nutrientes que serão disponibilizados aos animais (ROCHA *et al*., 2007b). De modo geral, quando a pastagem se encontra no estágio vegetativo, os teores de proteína são maiores e com o avanço do ciclo produtivo, há aumento na proporção de colmos bem como na proporção de material morto, o que provoca uma redução no teor de proteína e na qualidade da forragem disponível (PEDROSO *et al*., 2004).

Contudo, autores como Pellegrini *et al*. (2010) encontraram uma resposta quadrática em diferentes períodos

de avaliação, em que o teor de proteína bruta diminuiu do primeiro para o segundo período e voltou a aumentar no terceiro e no quarto período de avaliação.

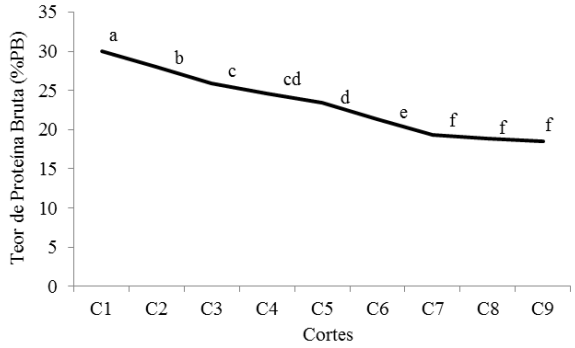


Figura 2. Teor médio de proteína bruta (%PB) em diferentes cortes de cultivares de azevém anual. Pato Branco/PR, 2014.

Quanto a produção de proteína bruta (PPB, kg PB ha^{-1}), houve interação significativa ($P<0.05$) entre cultivares e número de cortes (Tabela 1).

No primeiro corte o cultivar tetraploide Barjumbo apresentou uma PPB superior e diferente dos demais, sendo semelhante apenas com o material Comum. Após o primeiro corte, voltou a existir diferença significativa entre cultivares apenas no quinto corte, com destaque para o material Comum com elevada PPB e para o cultivar tetraploide INIA Titan com baixa PPB. Posteriormente, no sétimo corte, foi observada diferença novamente, mais uma vez com destaque para o material Comum, mas dessa vez pela baixa PPB. No oitavo corte materiais tetraploides, Barjumbo, INIA Titan e INIA Escórpio se sobressaíram em relação aos demais que proporcionaram o mesmo número de cortes. E, no nono corte, alcançado apenas nos cultivares INIA Titan e INIA Escórpio, a PPB não foi diferente.

Quanto ao comportamento de cada cultivar em relação ao diferente número de cortes, por mais que exista diferença significativa, não há uma tendência de os cultivares apresentarem uma PPB maior ou menor no início do ciclo produtivo, há cultivares que apresentam a mesma PPB no primeiro e no quinto corte, outros apresentam mesma produção no primeiro e no último corte. Com esses resultados é possível observar que há uma distribuição irregular da PPB

Para cada cultivar, nos diferentes cortes, o que varia mais acentuadamente é a produção de proteína bruta total (PPBT). Quando observada a PPBT (Tabela 1), verificou-se que os cultivares que possibilitaram a realização de um ou dois cortes a mais do que os outros cultivares avaliados, no caso os cultivares Barjumbo, INIA Titan, INIA Escórpio e BRS Estações, foram os que apresentaram a maior PPBT. Visto isso é possível atribuir certa tendência de uma maior produção de proteína total para os cultivares tetraploides, porém com destaque para o material diploide BRS Estações.

Lupatini *et al.* (1998), estudando o comportamento de uma pastagem de aveia preta e azevém submetida a níveis de nitrogênio, observaram produções de 2370 kg de proteína bruta total quando aplicados 300 kg de nitrogênio por hectare. Em nossa pesquisa, com a aplicação de 100 kg de nitrogênio por hectare foi possível produzir, com o cultivar INIA Escórpio, aproximadamente 2502 kg de proteína bruta total por hectare, evidenciando a alta qualidade dos materiais avaliados. Autores como Alvim (1981), encontraram resposta linear crescente na produção de proteína bruta em função da adubação nitrogenada de 0 e 150 kg de nitrogênio por hectare, deixando claro a importância deste nutriente no incremento da produção de proteína.

Berbigier *et al*. (2013), avaliando qual a influência de diferentes alturas de corte na produção de forragem e teor de proteína bruta de uma pastagem de azevém, quando comparados a mesma altura de corte do presente trabalho, encontraram valores de aproximadamente 973 kg de proteína bruta total por hectare, valor bem abaixo dos encontrados para todos os cultivares avaliados na presente pesquisa.

IV. CONCLUSÃO

Não há uma tendência de cultivares diploides ou tetraploides apresentarem teores de proteína bruta superiores.

O teor médio de proteína bruta dos cultivares avaliados é maior no início do ciclo produtivo, enquanto as plantas estão em estágio vegetativo. Com o avanço do ciclo produtivo os teores de proteína bruta diminuem de forma linear.

A dinâmica da produção de proteína bruta entre cortes é irregular, aumentando e diminuindo durante o ciclo produtivo, não seguindo um padrão de produção, ou seja, não necessariamente no início do ciclo a produção de proteína será maior.

Existe diferença na produção de proteína bruta total entre os cultivares com destaque para os cultivares tetraploides INIA Escórpio, Barjumbo e INIA Titan e o cultivar diploide BRS Estações.

Tabela 1. Produção de proteína bruta (PPB, Kg PB ha^{-1}) por corte e total de diferentes cultivares de azevém anual. Pato Branco/PR, 2014.

Cultivares	Corte 1			Corte 2			Corte 3			Corte 4			Corte 5		
Barjumbo	357,83	a	A*	297,93	a	AB	162,63	a	BC	378,07	a	A	390,9	ab	A
Comum	196,93	ab	BC	301,76	a	ABC	143,17	a	CD	360	a	AB	445,9	a	A
Integração	113,4	b	DE	249,17	a	BCD	187,33	a	CD	491	a	A	390,6	ab	AB
Estações	131,17	b	CD	303,53	a	ABC	178,56	a	BCD	445,46	a	A	356,83	ab	AB
Ponteio	75,76	b	DE	222,63	a	BCD	175,73	a	CDE	391,66	a	AB	371,17	ab	AB
LE 284	64,1	b	DCD	237,17	a	ABC	168,76	a	BCD	378,53	a	A	331,6	ab	AB
Titan	116,2	b	D	230,13	a	BCD	167,63	a	CD	377,13	a	AB	266,03	b	CD
Escórpio	153,83	b	CD	220,33	a	BCD	222,83	a	BC	361	a	AB	345,93	ab	AB
Bakarat	162,8	b	CDE	255,46	a	ABCD	182,96	a	BCD	340,23	a	ABC	350,76	ab	AB

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si (P<0.05).

Tabela 1 (continuação). Produção de proteína bruta (PPB, Kg PB ha^{-1}) por corte e total de diferentes cultivares de azevém anual. Pato Branco/PR, 2014.

Cultivares	Corte 6			Corte 7			Corte 8			Corte 9			PPBT (kg PB ha^{-1})	
Barjumbo	323,36	a	AB*	319,73	ab	AB	228,03	a	AB				2468,8	A
Comum	294,23	a	ABC	290,76	b	ABC			D				2033	B
Integração	335,76	a	ABC	349,63	ab	ABC							2117,2	B
Estações	387,06	a	A	416,03	ab	A	126,76	ab	CD				2345,8	A
Ponteio	308,13	a	ABC	474,14	ab	A							2019,5	B
LE 284	349,3	a	A	306,83	ab	AB							1836,7	BC
Titan	324,33	a	ABC	461,36	ab	A	236,13	a	BCD	139,17	a	D	2318,4	A
Escórpio	318,53	a	ABC	445,7	ab	A	285,03	a	ABC	148,3	a	C	2501,8	A
Bakarat	292,76	a	ABCD	384,53	ab	A	117,63	ab	DE				2087,5	B

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si (P<0.05).

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, Maurício José. **Efeito de doses de nitrogênio e leguminosas, frequências e diferimentos aos cortes sobre o rendimento e qualidade da forragem do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e produção de sementes**. Santa Maria: UFSM, 1981. 129p. Dissertação de Mestrado.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14 ed. Washington: AOAC, 1984. 1141p.

BERBIGIER, Cristiano; BICCA, A. M. O. et al. Influência de diferentes alturas de corte na produção de matéria seca e teor de proteína bruta em pastagem de azevém. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.19, n.1, p.33-42, 2013.

HANISCH, Ana Lúcia. **Relatório final do ensaio de valor de cultivo e uso de cultivares de azevém anual Fadisol-Semilha 2013**. EPAGRI – Estação Experimental de Canoinhas. Canoinhas, janeiro de 2014.

LIPPKE, Hagen; ELLIS, W. C. Forage Quality of Annual Ryegrass. In: **Ecology, Production and Management of *Lolium* for forage in the USA**. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, 138p. 1997.

LUPATINI, Gelci Carlos; RESTLE, J. CERETTA, M. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1939-1943, 1998.

NAIR, Ramakrishnan. Developing tetraploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 2004.

OLIVO, Clair Jorge et al. Valor nutricional de forragem de pastagens manejadas durante o período hibernal. Santa Maria: **Revista Ciência Rural**, Maio/Junho, 2009.

PEDROSO, Carlos Eduardo da Silva; MEDEIROS, R. B. et al. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos de azevém anual.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.5; p.1340-1344, 2004.

PELLEGRINI, Luiz Giovani de; MONTEIRO, A. L. G. et al. Produção e qualidade de azevém anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

ROCHA, Marta Gomes et al. Avaliação de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 2007a.

ROCHA, Marta Gomes. PEREIRA, L. E. T. et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.7-15, 2007b.

SOUZA, Saimon de et al. Valor nutricional de cultivares de azevém consorciadas ou não com aveia preta sob duas estratégias de desfolha. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, Vitória, 2014.

SKONIESKI, Fernando Reimann et al. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens consorciadas de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 2011.

TONETTO, Cléber José et al. Produção e composição bromatológica de genótipos diploides e tetraploides de azevém. **Revista Zootecnia Tropical**, 2011.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO PEIXE SALGADO SECO PRODUZIDO EM REPRESAS DE MOÇAMBIQUE-ÁFRICA

AZIDO RIBEIRO MATACA[1,2,3]; RENATO DE OLIVEIRA CAPANEMA[1]; RAFAEL ROMERO NICOLINO[1]; GUILHERME ROCHA VIANNA[1];CUSTÓDIA MUCAVELE[3]; JOÃO PAULO AMARAL HADDAD[1]
1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS; 2 - ESCOLA SUPERIOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL; 3 - UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
e-mail para contato: jphaddad@globo.com

Resumo - Os pescadores artesanais das represas de Massingir e Cahora-Bassa chegam de extrair mais de 10 toneladas de peixe fresco por dia. Devido à falta de meios de conservação do peixe a fresco nos locais, parte deste peixe é comercializado fresco nos mercados circunvizinhos. A outra parte é processada e seca (IDPPE, 2007). O processamento e conservação do pescado são feitos de forma tradicional através de métodos de salga-secagem e defumagem. Para avaliar os parâmetros físico-químicos do peixe salgado-seco produzido nas represas de Massingir e Cahora-Bassa foram utilizados 60 exemplares de tilápia salgados e secos processados pela técnica de salga úmida e conservados a temperatura ambiente durante um período médio de 30 dias. A análise consistiu na determinação do teor de umidade, pH, BVTN e análise sensorial, comparando os resultados com os estabelecidos pelas normas internacionais para o peixe seco. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Higiene e Tecnologia de Alimentos (HTA) da Faculdade de Veterinária e no Laboratório de Inspecção do Pescado do Ministério das pescas (LIP). As amostras de peixe foram submetidas aos exames sensoriais (aparência, cor, cheiro e textura), físicos (umidade e pH) e exame químico (determinação de BVT-N). Geralmente as regiões produtoras de pescado salgado seco são distantes dos maiores centros consumidores do País, o que dificulta a comercializacao do produto, além de expor este à umidade e variação de tempo. Este e outros fatores depreciam a qualidade do produto quanto à caracteristicas físico-químicas. Os resultados de análise sensorial e físico-química para o peixe em termos de qualidade foi de grau 2 (regular) para a característica sensorial, 40% de umidade, 6.3 de pH e 90 mg N/100g de BVT o que permite concluir que apresentam limites aceitáveis para consumo humano.

***Palavras-chave**: Pescado, Salga, Qualidade, Segurança Alimentar.*

I. INTRODUÇÃO

O pescado apresenta um grande potencial de mercado, este produto quando bem processado atende às necessidades do consumidor em aspectos nutricionais por ser rico em proteínas e ácidos graxos polinsaturados. No entanto quando as formas de conservação forem precárias, progressivamente o pescado se torna susceptível à deterioração, devido à atividade de água elevada, à sua composição química que varia em função da espécie, época do ano e condições de alimentação, ao teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis, e principalmente ao pH próximo da neutralidade, favorecendo o desenvolvimento microbiano causando assim um menor tempo de vida útil e consequentemente perda da sua qualidade tornando-o impróprio para o consumo humano (FERREIRA *et al*, 2005).

Em Moçambique, o processamento, armazenamento, transporte e a comercialização do pescado, na maioria das vezes, são feitos de forma inadequada, sendo estes os grandes problemas da pesca artesanal, pois vem causando uma perda considerável na qualidade do produto até chegar ao consumidor. Estas alterações podem ser geradas por reações autolíticas, químicas, físicas e microbianas inviabilizando assim, a sua aptidão para vários fins.

A salga é um dos métodos mais antigos conhecidos para a conservação de alimentos, principalmente carnes e pescados. Seu princípio está baseado no emprego de sal que, em concentração adequada, diminui ou até mesmo impede a decomposição do alimento por autólise ou pela ação de microrganismos. Pode ser efetuada por via seca e úmida (salmoura ou mista) (RAMALHO, 2006). Apesar do pescado salgado-seco ser considerado um produto estável, uma vez que a diminuição da concentração de água inibe a ocorrência de reações químicas e desenvolvimento microbiano, ele não está livre de sofrer deterioração, seja ela química ou microbiológica, principalmente se ocorrerem falhas ao longo do processo (MORAIS e SILVEIRA, 1994). A qualidade do produto final, salgado-seco, depende fundamentalmente do estado da matéria-prima e da utilização de técnicas corretas. O efeito do processamento

ISSN 1809-3957

pode ser o fator primário, por exemplo, para a oxidação do colesterol em peixes secos.

Dentre o pescado destinado à elaboração de produtos salgados e secos em Mocambique, encontra-se a tilápia (*Tilapia ssp*), cujo consumo é popular nas regiões de maior produção e regiões circunvizinhas e não só nos países vizinhos como Malawi, Zimbabwe, Zambia e Congo. Geralmente as regiões produtoras de pescado salgado seco são distantes dos maiores centros consumidores do País, o que dificulta a comercializacao do produto, além de expor este à umidade e ação do tempo. Este e outros fatores depreciam a qualidade do produto quanto às características físico-químicas.

Um alto grau de segurança do alimento só é alcançado quando os testes de qualidade revelaram satisfatórios em conformidade com os critérios estabelecidos a nível nacional ou internacional. No caso de Moçambique, verifica-se uma ausência de parâmetros estabelecidos de qualidade em relação ao peixe seco.

Realizar estudos que avaliam a qualidade físico-química do pescado salgado seco comercializado em Moçambique visa estabelecer parâmetros referentes à real qualidade do produto que chega ao consumidor, considerando que o pescado salgado seco é uma alternativa para a melhoria sócio-econômica dos pescadores artesanais do País.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas represas de Massingir e Cahora-Bassa, nos distritos dos mesmos nomes, províncias de Gaza e Tete, respectivamente. Durante o decurso do estudo foram visitados dois centros de processamentos de pescado para cada local, nomeadamente Mwaticatla e Cubo Ximoine para represa de Massingir e Cazewe e Nhabando para represa de Cahora-bassa.

Figura1. Localização das represas de Massingir e Cahora Bassa

A represa de Massingir é um dos entrepostos de pesca artesanal, situada no distrito de Massingir que fica localizado a nordeste da província de Gaza que dista a 250 km de Xai-Xai capital de província. Ocupa uma área de 5.893 km^2, com uma densidade populacional de cerca de 28 470, de acordo com os resultados preliminares do Censo de 2007 (MCT, 2009).

A represa de Cahora-Bassa situa-se na Província de Tete com uma área de 2665 km2, um volume de água de cerca de 53 km3 e várias bacias hidrograficas nomeadamentes: Zumbo, Musseguezi, Carinde, Mucanha, Magoé, Chicoa e Garganta; a Bacia de Chicoa é a mais profunda com 15m de profundidade ocupando cerca de 35% da represa é rica em nutrientes (nitratos, fosfatos, etc), fitoplancton e zooplancton (MAE, 2005).

O peixe é adquirido da represa de Massingir e de Cahora-bassa pelos próprios pescadores artesenais que operam ao nível daqueles centros de pesca e o sal adquirido na vila de Massingir ou distrito de Chokwe para os pescadores da represa de Massingir e da cidade de Tete ou da vila de Xitima para os pescadores da represa de Cahora-bassa.

Nas represas, o pescado mais capturado e processado é a *Tilapia spp* (Ndkiwane), seguida pelo *Bagre –preto* (peixe- barba) e a *Carpa chinesa* (barramane), e na represa de Cahora-bassa também pode-se encontrar o peixe Kapenta.

Os procedimentos das técnicas de processamento em todos locais visitados não diferem, sendo os equipamentos utilizados e a qualidade do sal utilizado a mesma, variando por processador a quantidade do sal utilizado. Assim as técnicas de processamento do pescado verificadas nos locais de visita seguem o seguinte fluxo: descamação, evisceração, espalmagem, lavagem, salga, secagem e armazenamento. A lavagem do peixe é feita com água do próprio rio.

A técnica de salga usada em praticamente todos centros visitados é a salga em pilha úmida ou mista e a salmoura. As duas técnicas de salga são feitas em recipientes plásticos tais como galões de 200 litros ou baldes de 20 litros e ainda outros em troncos escavados.

A salga a pilha úmida ou mista é a técnica mais usada observada quase em todos os centros de processamento visitados. A técnica consiste na aplicação do sal a superfície do peixe alternando sal peixe ou vice-versa e assim sucessivamente, dependendo da quantidade do peixe, é deixado durante 1 a 2 dias até que se forme e acumule a salmora no recipiente para permitir uma boa salga. Ao fim do período necessário é retirado o peixe e lavado com água da salmoura logo as primeiras horas do dia (horas mais frescas) e posto ao sol para a sua secagem, sem contudo necessitar de fortes raios solares.

O sal utilizado durante os processos não sofre nenhum tratamento prévio como forma de melhorar a qualidade que muitas das vezes influência o aspecto geral, apresentando manchas lamacentas.

A secagem é natural e varia de 1 a 3 dias dependendo das condições climáticas e do tamanho ou tipo de peixe. Ela é feita com uma intensidade de raios solares fracos durante as horas mais frescas do dia (6.- 10 horas e das 15.-17 horas). Caso a secagem não seja adequada repete-se ao segundo dia.

A secagem é feita em varais construídos de estacas de madeira obtidas localmente e cobertas de redes já usadas na pesca, porém, ainda persiste a secagem do peixe em cordas, prática muito usada pelos processadores nômades como forma de facilitar a remoção do varal e mudança para outro local.

Para a certificação do processo de secagem, os processadores baseiam-se no peso do peixe seco, da pressão pelo dedo a superfície do peixe e do aspecto geral. Pode-se considerar processo acabado se o pescado mostrar-se leve em relação ao peso inicial e sem sinais de umidade.

Figura 2. Secagem do peixe em Massingir - Moçambique

Figura 3.Secagem do peixe em Cahora Bassa –Moçambique

Coleta e processamento das amostras

Para o estudo foram analisadas 60 amostras de peixe salgado seco da espécie de *Tilápia ssp.*, processados pela técnica de salga úmida e conservados a temperatura ambiente durante um período médio de 30 dias

As amostras foram coletadas de cerca de 50% dos processadores que se faziam presentes no momento da visita nos locais em estudo. Em cada processador foi coletada uma amostra de peixe salgado-seco e conservada em cartucho de papel caqui identificado com o nome do centro de processamento e numeração atribuída a cada processador.

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Higiene e Tecnologia de Alimentos (HTA) da Faculdade de Veterinária e no Laboratório de Inspecção do Pescado do Ministério das pescas (LIP). As amostras de peixe foram submetidas aos exames sensoriais (aparência, cor, cheiro e textura), físicos (umidade e pH) e exame químico (determinação de bases voláteis totais nitrogenadas - BVT-N)

O exame sensorial das amostras do pescado salgado-seco foi feito seguindo uma tabela de classificação sensorial do peixe salgado-seco adaptado do manual do campo V (FAO, 1992), que descreve as características sensoriais (aparência, textura, cor e odor) atribuídas aos produtos da pesca processados por esta técnica. Para cada item atribuiu-se uma pontuação que varia de 1 a 3, onde a pontuação 1 corresponde ao estado ruim, 2 regular e 3 bom. A pontuação total do produto foi obtida pelo somatório dos pontos de cada item.

A umidade do peixe em estudo foi avaliada pelo método gravimétrico que consiste no aquecimento da amostra à temperatura de 105 ºC e perda de massa por este aquecimento até a massa constante descrito por Luddorff (1963).

Para avaliação do pH, foi utilizado o método potenciométrico descrito no manual do laboratório para análise química do pescado (LIP, 2003), segundo o procedimento descrito no anexo IV. Para a quantificação das BVT foi utilizado o método de Malle e Tao que estão descritos no Manual do LIP (2003).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise sensorial do peixe salgado seco das represas de Massingir e Cahora Bassa estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. **Resultados da análise sensorial do peixe salgado seco**

Resultados/Represa	**Massingir**	**C. Bassa**
Nº de amostras	30	30
Pontuação mínima	5	5
Pontuação máxima	11	11
	Análise Sensorial	
Aparência (média)	1.9	2.0
Cor (média)	1.9	1.9
Cheiro (média)	2.2	2.5
Textura (média)	2.3	2.6
Somatório das médias	**8.3**	**9.0**

Conforme os resultados apresentados o peixe colhido é classificado como de qualidade regular por ter mostrado uma pontuação maxíma final de (8.3 e 9.0) respectivamente, com base na avaliação sensorial do peixe salgado seco do Manual do Campo V (FAO, 1992).

De uma forma geral, os resultados sensoriais são aceitáveis segundo a avaliação sensorial do peixe salgado seco do Manual do Campo V (FAO, 1992). Portanto, para a obtenção de classificação final regular deveu-se o fato destes terem apresentados pontuações inferiores nas caracteristicas de aparência e cor.

A cor do pescado salgado-seco, normalmente tem sido clara e uniforme, mas para o caso em estudo, este parâmetro sofreu uma alteração que variou para amarelo acastanhada. Para este fenômeno alguns autores acreditam que o pescado salgado seco pode apresentar-se de cor alterada devido a possíveis contaminantes microbianos ou químicos (cálcio, magnésio, ferro, cobre) (Sales, 1988; Ramalho, 2006).

Segundo Papas (1999) e Sales (1988), o cobre e o ferro são metais que estimulam a oxidação dos lípidos insaturados

ISSN 1809-3957

do pescado e os compostos carboxílico procedentes desta oxidação podem reagir com os grupos amino das proteínas presentes no músculo do peixe e dar origem a colorações amarelas e um cheiro rançoso.

A análise sensorial do peixe salgado-seco dos dois pontos apresentou uma pontuação muito baixa na característica aparência por este apresentar-se com manchas, partículas estranhas como areia, cristais finos de sal, pedaços de capim, insetos e bolores em alguns casos. Segundo Franco (2006) e Moraes (2007), a presença de manchas, partículas estranhas como areia, cristais finos de sal e bolores podem estar relacionadas com a deficiência higiênica durante o processamento ou a falta de remoção total dos coágulos de sangue e guelras no peixe durante a evisceração e lavagem, assim como também a má qualidade do sal empregado no processamento e a não observância das condições exigidas para o armazenamento do produto (temperaturas de refrigeração). Fato que se verificou no presente estudo.

Segundo a FAO (1991-c), um sal de boa qualidade para o processamento de pescado, deve ter um aspecto branco, cristalino, seco e isento de impurezas insolúveis tais como, areia, matéria orgânica e outras partículas estranhas e um máximo de 3% de impurezas solúveis.

A umidade média das amostras da represa de Massingir foi 34,8% (±7,7) e de C. Bassa foi 40.6% (±7,1).

Os valores de umidade (34.8% e 40.6%) observados encontram-se dentro dos padrões aceitáveis para um produto desta natureza. Segundo Bastos (1998); Oliveira (2004), o peixe está devidamente seco quando não contém mais de 40% de umidade para as espécies consideradas gordas, tolerando-se 5% a mais de umidade para as espécies consideradas magras.

A presença de quantidade excessiva de água no pescado torna o meio propício para o desenvolvimento de microrganismos após o processamento. Para tal, o teor de umidade no pescado salgado-seco é um fator que se deve ter em conta durante o armazenamento.

Os pontos críticos de controle no processamento do pescado salgado-seco são recepção da matéria prima na fábrica, salga, embalagem e distribuição (Huss, 1997).

O valor médio de pH das amostras da represa de Massingir foi 6,3 (±0,45) e para a represa C. Bassa 6,27 (±0,53). Os valores médios de pH 6.3 encontram-se próximos da neutralidade. Por se tratar de peixe salgado-seco, era de esperar que o produto tivesse uma tendência ácida como resultado do cloreto de sódio aplicado no processo criasse um meio com um pH baixo segundo Cardoso (2003). Ainda, considerando que durante o processo de conservação há remoção de água e penetração de sal no músculo do peixe, evidentemente iria criar uma descida do pH do músculo do peixe.

Segundo Huss (1988), a elevação do pH para próximo da neutralidade pode ter ocorrido, provavelmente devido a presença de catabólitos, como amônia, resultantes das transformações autolíticas tais como, o rompimento de proteínas que proporcionaram condições ótimas para o crescimento e reprodução da microbiana contaminante, a qual pode produzir aminas que elevou o pH do pescado.

Confrontando os valores de pH do peixe salgado-seco (6.3) com as faixas de pH ótimo para a multiplicação de alguns microrganismos ilustrados por Franco (2006), pode-se afirmar que o peixe esta em condições ótimas para desenvolver bactérias que podem causar menor tempo de vida útil e consequentemente perda da sua qualidade tornando impróprio para o consumo humano, mas que os bolores e leveduras já não podem desenvolver-se.

O valor médio de bases voláteis totais nitrogenadas (BVT-N) para a represa de Massingir foi de 122,1 (desvio padrão 29,04) e para a represa de C. Bassa 91,3 (desvio padrão 56,0).

Os valores médios de BVTN (122.1 e 91.3) mg N/100g, encontram-se fora dos limites aceitáveis para um produto de pesca fresco. Segundo LIP (2003), o limite preconizado para o BVT no pescado fresco considerado aceitável em Moçambique, assim como, na União Eropeia é de 30-35 mg de N/100g do músculo, pois estes valores parecem serem compatíveis com os limites de aceitação sensorial e contagem de microrganismos de muitas espécies. Valores maiores que 40mg N/100g do músculo do pescado são considerados como impróprios para o consumo humano.

Embora as normas de avaliação da qualidade química referentes ao BVT para os produtos da pesca secos não serem ainda estabelecidas internacionalmente, alguns autores acreditam que valores de 40-45 mg N/100g no músculo do pescado estocado durante 30 dias podem ser considerados normais para um bom produto salgado-seco (SALES,1988; MORAIS E SILVEIRA,1994; RAMALHO, 2006).

Sales *et al.* (1988) estudando o melhoramento do processo de salga e secagem em espécies de tilápia salgada-seca estocada à temperatura ambiente durante 35 dias verificaram valor de BVT de 20,85mg no início e após 35 dias de estocagem atingiu estabilidade com BVT de 40,36 mg N/100g.

No presente estudo, fazendo a análise comparativa dos resultados de BVT que se encontram acima dos limites aceitos em relação aos limites encontrados por Sales (1988), Morais e Silveira (1994) e Ramalho (2006), pode-se afirmar que as diferenças observadas podem estar aliadas a fatores tais como a secagem não adequada do peixe feita pelos processadores, prática de deixarem o peixe com quantidade excessiva de umidade como forma de garantir aumento de peso no ato da comercialização sabendo que a umidade é um meio propício para o desenvolvimento de microrganismos. O intervalo entre o processamento e a análise laboratorial foi de 30 dias, o que provavelmente influenciou na qualidade química do pescado salgado-seco, pois, aumentou o valor de BVT. Este fato pode ser explicado como resultado dos efeitos dos eventos bioquímicos terem depreciado a qualidade do produto nas etapas de armazenagem conforme Huss (1988). O que sugeria um intervalo de prazo de validade comercial aceitável para este produto conservado a temperatura ambiente e destinado para consumo humano de 20 a 30 dias.

A variação da espessura do peixe e por outro lado a idade, estado biológico e nutricional do próprio peixe que influenciam na composição em gordura funcionando como barreira para a remoção da água durante a secagem, favorecendo assim o meio propicio para o desenvolvimento de microrganismos após o processamento, sejam outros fatores que conduziram o aumento das bases volateis.

Segundo Huss (1988), a deterioração das espécies de pescado de água doce é devida a autólise enzimática. Entretanto, o aumento significativo de BVT num pescado deteriorado deve-se aos resultados da desaminação e descarboxilação dos aminoácidos durante o período de armazenamento. O que provavelmente seja o motivo que elevou os resultados de BVT neste estudo, porque o peixe analisado foi processado e conservado a temperatura ambiente num periodo não inferior de 30 dias. Ainda o mesmo autor afirma que no pescado deteriorado os níveis de BVT não decrescem, continuam a aumentar devido à formação de amônia e outras aminas voláteis.

Contudo, alguns autores afirmam que a ação isolada do sal no pescado salgado-seco não constitui uma prevenção definitiva contra a deterioração do pescado, sendo assim, é necessária ser complementada pela refrigeração (HUSS, 1988; MORAIS E SILVEIRA,1994).

IV. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos dos exames sensoriais, físicos e químicos para o pescado salgado seco produzido nas represas de Massingir e Cahora-bassa em termos de qualidade permitem concluir que é do grau dois (regular) para a característica sensorial, 40% de umidade, 6.3 de pH e 90 mg N/100g de BVT.

No geral, tomando em consideração as características sensoriais, físicas e químicas do peixe salgado seco produzido nas áreas em estudo pode-se dizer que este responde de forma satisfatória aos atributos estabelecidos para um produto salgado secos de qualidade aceitável.

A avaliação sensorial e física do pescado produzido nas áreas em estudo processado pela salga-secagem, permite concluir que apresentam limites aceitáveis para consumo humano. Portanto, os processos de salga e secagem utilizados para a produção do peixe salgado seco nas regiões onde decorreram os estudos são tidos como eficazes.

As autoridades competentes devem promover mais ações de experimentação, extensão, formação e monitoramento para o fomento da pequena produção pesqueira, nos centros de pesca por forma a melhorar os métodos tradicionais de manuseamento e processamento do pescado que se pode observar ao nível dos centros.

Que se desenvolvam em todos os centros de pesca demonstrações de técnicas para o melhoramento da qualidade do sal empregue no processamento do pescado, de modo a evitar que este contribua de forma negativa na aparência dos produtos finais.

Pescadores processadores não devem deixar o peixe com excesso de umidade como forma de garantir aumento de peso no ato da comercialização, visto que a umidade em excesso é um fator importante que influência a rápida deterioração do pescado.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, J. R. Processamento e conservação do pescado. Manual sobre manejo de reservatórios para a produção de peixes. 1988. Disponível em www.fao.org/docrep/field/003/AB486P00.htm

CARDOSO, J.M.B. A pesca como alternativa para o desenvolvimento económico do Município de Calçoene, com implantação de um distrito industrial. 2003. Disponível em www.virtual.v.server.com.br/tcc-passarinhodoc.

FAO. Food and Agriculture Organization. Secagem artesanal do peixe. Manual de campo V, TCP/Moz/8953(T)*UNDP/FAO Moz/92/002, Secretaria do Estado de pesca, Moçambique. 1992-b.

FAO. Food and Agriculture Organization. Recomendações para o melhoramento da qualidade do sal. Manual de campo III, TCP/Moz/8953(T)*UNDP/FAO Moz/86/030, secretaria do estado de pesca, Moçambique . 1991-c.

FAO. Food and Agriculture Organization. Salga em pilha seca. Manual de campo VI, TCP/Moz/8953(T)*UNDP/FAO Moz/86/030, secretaria do estado de pesca, Mocambique. 1991-a.

FAO. Food and Agriculture Organization. Salga húmida em salmoura. Manual de campo VII, TCP/Moz/8053(T)*UNDP/FAO Moz/86/030, secretaria do estado de pesca, Moçambique. 1991-b.

FERREIRA, M. W.; Silva, V. K.; Bressan, M. C.; Faria, P. B.; Vieira, J. O.; Oda, S. H. I. Pescados processados: maior vida de prateleira e maior valor agregado. 2005.

FRANCO, B.D.G.M. Factores Que afectam a multiplicacao de microrganismo nos alimentos. 2006. Disponivel em: http:// www.scielo.br/scielo.Php?Pid=s0103-9016/993

HUSS H.H. El Pescado Fresco su Calidade y Câmbios dos Pesca (FAO). Itália – Roma. (pp.103). 1988.

HUSS, H.H. Garantia da qualidade dos produtos da pesca. FAO Documento Técnico sobre as Pescas. No. 334. Roma, FAO. 1997. 176p.

IDPPE. Principais resultados recenseamento da pesca artesanal. Ministério das pescas. 2007.

LIP Manual laboratorial para analise química do pescado – Maputo. 2003.

LUDORFF, W. Ei pescado y sus produtos. Editorial Escriba, Zaragosa. Pp 98, 99 e 112. 1963.

MAE – Ministério da Administração Estatal. Perfis distritais. Governo de Moçambique. 2005

MCT (2009) Science and technology portal-Moçambique. Disponivel em http://bdm.mct.gov.mz/portal.

MORAIS, C.; SILVEIRA, N. F. A. Alguns aspectos da estabilidade química e microbiológica do pescado salgado, prensado e seco. p129-136. 1994. disponivel em

OLIVEIRA, L.A A. composicao lipidica do musculo da tilapia do nilo. 2004. Disponivel em www.universia.com.br/html/materia/materia.efgc.html-29k

PAPAS, A.M. Diet and Antioxidant status. Food and chemical toxicology, 37:999-1001. 1999.

RAMALHO, R. Salga de peixe. Rede de tecnologia da Bahia- RETEC/BA,p.7. 2006. Disponivel em:

http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P00.htm. Acesso em:11

SALES, R. O., Monteiro, J. C. S., Maia, G. A., Vasconcelos, M. E. L, Feitosa, T.. Estudo da melhoria do processo de salga e secagem da tilapla de zanzibar, sarotherodon hornorum, no açude pereira de miranda - pentecoste, ceará, brasil. (988. Disponivel em http://ccarevista.cnpat.embrapa.br/site/down.php?arq=01rca19-1.pdf

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

DETERMINAÇÃO DA PREVALÊNCIA MUNDIAL DE *SALMONELLA* EM PESCADO

AZIDO RIBEIRO MATACA[1,2]; RENATO DE OLIVEIRA CAPANEMA[1]; RAFAEL ROMERO NICOLINO[1]; GUILHERME ROCHA VIANNA[1];JOÃO PAULO AMARAL HADDAD[1]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS; 2 – ESCOLA SUPERIOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL / UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
e-mail para contato: jphaddad@globo.com

Resumo - A segurança microbiológica do pescado é uma preocupação dos consumidores, indústrias e das agências reguladoras em todo o mundo. No entanto, a salmonelose associada ao consumo de peixes e produtos da pesca continua entre os principais problemas de saúde publica em muitos países, e esforços devem ser contínuos para melhorar os métodos de controle. A identificação rápida e precisa dos patógenos na cadeia produtiva é importante, tanto para a garantia de qualidade e/ou de rastrear agentes infecciosos dentro da cadeia. Neste contexto, compilaram-se informações de estudos de diversos países que relataram prevalência de Salmonella em pescado através da técnica de meta-análise, estimou-se a medida resumo da prevalência que poderá ser utilizada em estimativas amostrais, no intento de fornecer subsídios para a implantação de programas de ações específicas que promovam a vigilância contínua e controle rigoroso dos produtos em toda sua cadeia produtiva para garantia da qualidade e segurança do consumidor. Os resultados da meta-análise mostraram heterogeneidade baixa (I2=0.00% e p=0,46), medida resumo da prevalência 6.65% (IC 5.7-7.6%). A contaminação por Salmonella deve ser prevenida pelo uso de boas práticas de processamento e da estrita aplicação das boas práticas sanitárias, pelo sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle, de acordo com a legislação vigente no país. Os resultados do presente estudo podem fornecer uma contribuição significativa para todas as agências reguladoras e indústrias de pescado. O monitoramento dessas bactérias patogênicas no pescado é crucial em saúde pública.

***Palavras-chave**: Prevalência, Salmonella, Meta-análise, Pescado, Epidemiologia.*

I. INTRODUÇÃO

A demanda do pescado no mundo cresce a cada ano, impulsionada pelo aumento populacional e pela maior consciência dos consumidores em busca de alimentos saudáveis e de melhor qualidade. Atualmente, são conhecidas mais de 30.000 espécies de pescados, e destas, cerca de 700 espécies são pescadas comercialmente e processadas nas indústrias pesqueiras como alimento para os seres humanos (Oehlenschläger & Rehbein, 2009). Segundo FAO (2008) e Guedes (2009), o alto potencial de consumo com alta produção de pescado sugere grande volume de comércio que nem sempre é feito de forma correta. Normalmente, o pescado é comercializado em feiras e sujeito à contaminação.

A segurança microbiológica do pescado é uma preocupação dos consumidores, indústrias e das agências reguladoras em todo o mundo. A identificação rápida e precisa dos patógenos na cadeia produtiva é importante, tanto para a garantia de qualidade e/ou de rastrear agentes infecciosos dentro da cadeia (Bhagwat, 2003; Germini *et al.*, 2009.).

Entre os microorganismos envolvidos na maioria das doenças transmitidas por alimentos (DTAs), destacam-se os bacilos representantes do gênero *Salmonella.* A maior parte destas bactérias é patogênica para o homem e muitas espécies animais, apesar das diferenças quanto à gravidade da doença (Germano e Germano, 2008). São agentes de febre tifóide, febres entéricas, septicemia e enterocolites (Franco e Landgraf, 2004).

A *Salmonella*, embora não seja indígena para o ambiente aquático, ela tem sido isolada de peixes e produtos da pesca. A relação entre o peixe e a *Salmonella* vem sendo descrita por vários autores, alguns acreditando que os peixes são portadores de *Salmonella* e a abrigam em seus intestinos por períodos de tempo relativamente curtos e outros defendem que os peixes somente se infectam ativamente. No entanto, o microrganismo nunca foi recuperado a partir da carne do peixe, mas já foi isolado a partir de vísceras e epitélio (Pullela, 1997).

A presença da *Salmonell*a no pescado é oriunda normalmente do manuseio, processamento, armazenamento e comercialização em condições higiênico-sanitárias deficientes ou contato com equipamentos, superfícies ou utensílios higienizados inadequadamente. O desrespeito aos padrões higiênico-sanitários tem sido registrado como a causa da contaminação dos alimentos por este patógeno. Segundo Huss (1997), as condições higiênico-sanitárias na comercialização de peixes devem estar inseridas dentro dos padrões adequados de higiene, para garantir a qualidade dos produtos e a saúde dos consumidores.

Em décadas passadas vários países publicaram em seus relatórios de vigilância sanitária que a Salmonellose humana associada ao consumo de pescados ocorreria raramente em comparação com a ocorrência associada com outros alimentos, por exemplo, produtos avícolas (Reilly, 1998; Ahmed, 1991). Porém é uma das importantes causas de doenças transmitidas por alimentos e grande responsável

ISSN 1809-3957

por surtos de origem alimentar na maioria dos países incluindo Brasil. Complementarmente, sua contaminação esta associada com precárias condições de higiene humana (Guedes, 2009).

Nos Estados Unidos, a *Salmonella* tem sido atribuída como responsável por mais de 40.000 casos de doenças transmitidas por alimentos a cada ano. A incidência das infecções por *Salmonella* aumentou consideravelmente desde a década de 1980, levando a altos custos médicos, a perda de salários para os trabalhadores que adoecem assim como perda de produtividade para as empresas cujos trabalhadores ficam doentes (Marcas, 2006). Nos Estados Unidos, estas perdas financeiras custam mais de 3,6 milhões de dólares a cada ano. E isso vem preocupando muito as autoridades norte americanas, além de cientistas, médicos e a Food and Drug Administration - FDA, órgão governamental americano responsável pelo controle e regulação de alimentos (Marcas, 2006).

Dados da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) demonstraram que, no período de 2000 a 2011, ocorreram no Brasil 7.234 surtos de doenças alimentares, sendo 87 em pescado, frutos do mar e processados. Do total de surtos, predominaram-se como agentes etiológicos as bactérias *Salmonella* spp. (1.660 surtos), *Staphylococcus aureus* (799 surtos) e *Escherichia coli* (411 surtos), além de outras bactérias com percentuais menos expressivos (SVS, 2011).

No entanto, a salmonelose associada ao consumo de peixes e produtos da pesca continua entre os principais problemas da saúde publica em muitos países e esforços devem ser contínuos para melhorar os métodos de controle. Os problemas mais recentes envolvem estabelecer quais os sorotipos de *Salmonella* tem importância em saúde pública, tais como *S. typhimurium* e *S. enteritidis*, que são de difícil controle devido à epidemiologia mais complexa, que envolve a excreção fecal, contaminação ambiental e a existência de muitos reservatórios da infecção. No mínimo, a maioria dos países está aumentando o monitoramento destes e de outros sorotipos (Barroy, 1993).

A análise epidemiológica da doença está sedimentada em alguns parâmetros constituintes da história natural destas ocorrências. Assim, um dos aspectos fundamentais do problema reside no isolamento e identificação conclusiva do agente etiológico. Particularizando as salmoneloses do pescado, esta condição propicia em primeiro plano o conhecimento da incidência e/ou prevalência dos sorovares de *Salmonella*, possibilitando posteriormente, estabelecer confrontos de suas frequências em diversas regiões, bem como rastreamento dos sorotipos predominantes, visando à implantação de medidas preventivas ou de controle (Hofer *et al*., 1997; Popovic *et al*., 2010).

Determinar a prevalência de *Salmonella* em pescado para utilização nas estimativas amostrais de programas de controle e vigilância sanitária é o principal objeto que justifica este estudo. Neste contexto, compilaram-se informações de estudos de diversos países que relataram prevalência de *Salmonella* em pescado através da técnica de meta-análise, estimou-se a medida resumo da prevalência que será utilizada na estimativa amostral, no intento de fornecer subsídios para a implantação de programas de ações específicas que promovam a vigilância contínua e controle rigoroso dos produtos em toda sua cadeia produtiva para garantia da qualidade e segurança do consumidor.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo epidemiológico observacional ecológico (em que as unidades de análise são os artigos ou trabalhos de investigação) sobre a ocorrência da *Salmonela spp.* em pescados comercializados no mundo. Para o cálculo da meta-análise os dados foram obtidos a partir do levantamento bibliográfico específico sobre as prevalências da *Salmonella spp.* em pescados de vários países.

Meta-análise

A meta-análise é uma técnica estatística adequada para combinar resultados provenientes de diferentes estudos, produzindo assim um resultado com maior poder de decisão para o fator em estudo, chamadas de estimativas meta-analíticas que consiste na utilização do efeito estimado e do erro padrão de cada trabalho (Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

Primeiramente realizou-se um estudo exploratório para identificar e caracterizar todo o conhecimento de pesquisas publicadas referentes à prevalência de *Salmonella* em pescado e posteriormente aplicada a meta-análise sobre a questão focada para estimar a prevalência de *Salmonella* em pescado proveniente de plantéis de processamento para varejo e atacadistas.

Como os estudos são de diferentes regiões do mundo, com diferentes espécies de pescados, peixe, crustáceos e ostras, o estudo utilizou modelo de efeito aleatório que considera variações entre os estudos. Sendo distintos os resultados encontrados em cada estudo, porém, a análise ficou interligada através de uma distribuição de probabilidade com o estabelecimento do intervalo de confiança da medida resumo das prevalências (Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

O critério de inclusão dos trabalhos na meta-análise foi ter sido realizado em pescado, nos últimos 20 anos, possuir em seus resultados e metodologia dados suficientes para o cálculo do intervalo de confiança da prevalência apresentada no estudo, com a finalidade de implementar a meta-análise. Após extensa busca nas plataformas online de pesquisa de trabalhos científicos, um total de 30 trabalhos possuíram as informações necessárias para ajustamento da medida resumo da prevalência de *Salmonella spp.* na meta-análise.

Apesar da escassez de trabalhos com todas as informações disponíveis, ainda utilizou-se como critério de exclusão, manter abaixo de 20% o teste de heterogeneidade (I^2 de Higgins) da meta-análise (Rodrigues e Ziegelmann, 2010). Ao final foi possível obter a medida resumo da prevalência (com intervalo de confiança de 95%) *de Salmonella spp*. no pescado produzido e processado no mundo baseada em 12 trabalhos, com heterogeneidade baixa.

A pesquisa exploratória e protocolo da revisão sistemática para meta-análise incluiu detalhes da metodologia dos estudos, definições do objeto de estudo e

amostras de todas as formas utilizadas no estudo pelos autores.

Estratégia de busca e execução.

O escopo incluiu qualquer pesquisa que investigou a prevalência e fatores de risco da *Salmonela spp.* em várias espécies de pescado (peixe, camarão, moluscos e bivalves). A estratégia de busca incluiu os seguintes termos de pesquisa: prevalência, *Salmonella* e pescado em língua portuguesa e inglesa. A investigação mais relevante é aquela publicada nas duas últimas décadas (Heuer *et al.*, 2009 e Kummerer, 2009). Assim, a busca foi limitada a pesquisas publicadas a partir de 1994.

As pesquisas foram realizadas em três bases de dados bibliográficas eletrônicas: PubMed, Scielo, Science direct e Google Scholar.

Relevância e critérios de inclusão e exclusão.

Foi utilizado como critério de inclusão: ser artigo científico publicado nos motores de busca de dados bibliográficos eletrônicos: PubMed, Scielo, Science direct nos últimos 20 anos, utilizar método do teste diagnóstico cultura de células e possuir um número amostral igual ou superior a 20. Nesta fase, os estudos foram excluídos pelas seguintes razões: se a prevalência calculada estivesse atrelada à episódios de surtos de salmonelose, se o diagnóstico relatava apenas resultados de determinadas espécies de *Salmonella* e se o método de diagnóstico utilizado não foi cultura de células.

Armazenamento das informações e análises estatísticas.

Toda a informação colecionada foi armazenada em uma planilha do programa Microsoft® Office Excel® 2010 (Microsoft®, 2010), na qual foi realizada primeiramente uma avaliação de consistência dos dados das planilhas e posteriormente a aplicação de filtros e criação de tabelas dinâmicas para a visualização das informações mais relevantes. A análise estatística da informação foi realizada através do programa Stata/SE 12.0 (Stata Corp LP, 2011).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Revisão sistemática e meta-análise

Todos os estudos utilizados na meta-análise foram coletados pela busca eletrônica, as citações potencialmente relevantes foram identificadas durante a busca. Após extensa pesquisa nas plataformas online, um total de 30 trabalhos possuíram as informações necessárias para o ajustamento da medida resumo da prevalência da *Salmonella* na meta-análise. Dos 30 estudos relevantes coletados para a meta-análise 87% (n = 26) foram estudos de medidas transversais e os restantes foram medidas longitudinais. E destes, 18 estudos foram excluídos por não informarem dados ajustados com medidas de variabilidade e ou não possuírem peso relevante.

Vandenbroucke *et al.*, (2007), para evitar a exclusão dos estudos e incluir na revisão sistemática para a meta-análise melhores dados relatados, os pesquisadores devem seguir a metodologia usada em estudos observacionais em Epidemiologia. No entanto, desenvolvidos com controle randomizado (Sargeant *et al.*, 2010). Essas diretrizes fornecem sugestões com o objetivo de padronizar a qualidade e utilidade dos dados publicados.

Durante a revisão sistemática verificou-se inconsistências de metodologia, dentre elas o tamanho da amostra que não foi justificado em muitos estudos e em diversos estudos a amostragem foi por conveniência em detrimento de amostragem aleatória, que teria assegurado a representatividade na população-alvo.

Os resultados da meta-análise (figuras 1 e 2) apresentaram teste estatístico de heterogeneidade baixa (I^2 de Higgins =0.00% e teste Q de Cochran com valor de p=0,46) que aceita a hipótese nula, o que indicaria homogeneidade dos estudos. Apesar disto optou-se por executar a meta-análise com modelo de efeitos aleatórios que considera certa variabilidade entre os estudos, uma vez que embora a heterogeneidade não se mostrou significativa nos testes a mesma foi identificada na análise detalhada das metodologias utilizadas, isto objetivou acomodar parte da heterogeneidade apresentada nos diversos estudos observada durante a revisão sistemática.

Id	Autor(es)	Ano	País
1	Asai *et al.*	2008	Japão
2	Brands *et al.*	2005	EUA
3	Edward *et al.*	2009	EUA
4	Gecan *et al.*	1994	EUA
5	Zarei *et al.*	2012	Irã
6	Rahini *et al.*	2013	Irã
7	Duarte *et al.*	2010	Brasil
8	Moratouri. Pereira e Soares	1994	Brasil
9	Parente *et al.*	2001	Brasil
10	Linder	2002	Brasil
11	Bakr; Hazzah e Abaza	2011	Egito
12	Consuelo e Angel	2005	Colômbia

Figura 1. Publicações utilizadas na meta-análise com identificação numérica do trabalho, autoria, ano de publicação e país de publicação.

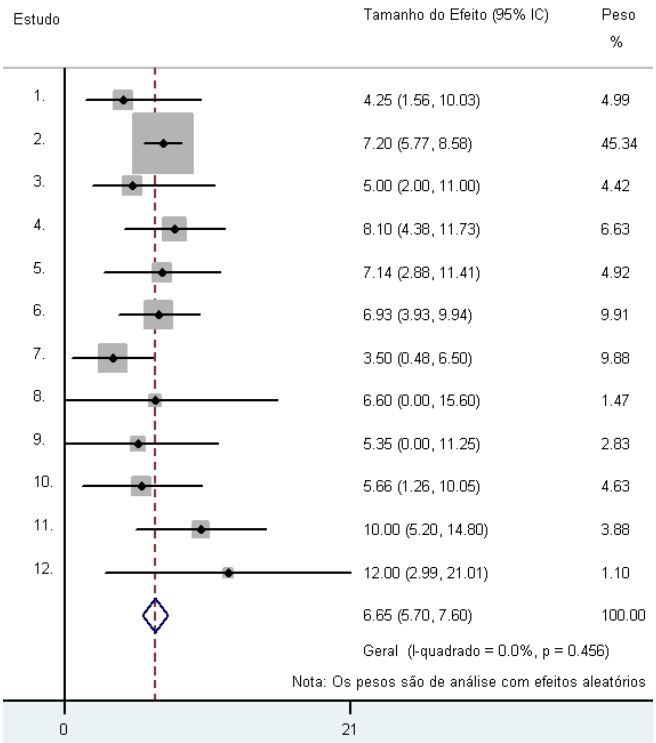


Figura 2. Representação gráfica (*Forest Plot*) da meta-análise da prevalência de *Salmonella* com teste estatístico (I^2 =0.00%, p=0.46), medida resumo da prevalência (6.65%), tamanho do efeito com IC e o peso atribuído em percentual para cada estudo.

ISSN 1809-3957

A heterogeneidade poderia ser também potencialmente explicada como resultado da diferença no desenho dos estudos ou outros fatores dos países contextualizados que podem afetar a contaminação microbiana dos pescados. Por exemplo, alguma heterogeneidade poderia ser atribuída à randomização inadequada na amostragem, tipo de amostra utilizada (por exemplo, produtos prontos para o consumo), e o tipo de testes utilizados para medir a prevalência da bactéria (por exemplo, cultura de células) (Lijmer et al., 2002).

O valor da medida resumo da prevalência encontrada foi 6.65% (IC 5.7-7.6%) (Fig. 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Heinitz et al (1998) e Brands *et a.*,*l* (2005), que observaram uma prevalência global de Salmonella de 7,2% para frutos do mar importados e de 7,4% para ostras nos EUA (Heinitz e Johnson, 1998; Brands *et al*., 2005).

A medida resumo da prevalência encontrada pode ser considerada elevada pela importância dos patógenos nas doenças transmitidas por alimentos (DTA`s). Esta elevada medida pode ter sido devida ao fato de boa parte do pescado analisado ter sido coletado em mercados abertos e o número amostral de cada estudo ser diferente ou possivelmente também o pescado em muitos casos ser processado de forma inadequada.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo podem fornecer uma contribuição significativa para todas as agências reguladoras e indústrias de pescado. O monitoramento de bactérias patogênicas em pescado é crucial para a salvaguarda da saúde pública e o conhecimento da prevalência esperada é de fundamental importância no cálculo amostral que direciona a amplitude dos programas nacionais de controle. Como limitações e dificuldades encontradas na execução deste estudo, podem-se elencar os tamanhos reduzidos e discrepantes nas amostras usadas nos estudos, o que reduz a precisão e dificulta a generalização no estudo individual assim como nas estimativas combinadas; no entanto, são justamente estas limitações e escassez de informação que justificam estudos como este que visam à produção de uma medida preliminar que possa fomentar a implementação de programas nacionais de prevenção e controle de contaminação em pescado.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, F.E. Seafood safety. **National Academy Press**, Washington D.C., USA, 1981.

BARROY, P. A. Controle de Salmonella. Avian Patology: 1993,22: p. 651-669. In: **Clipping Patologia Aviária** – Salmonelose em Aves. Guarulhos:1999.

BRANDS, D.A., INMAN, A.E., GERBA, C.P., MARÉ, C.J., BILLINGTON, S.J., SAIF, L.A., LEVINE, J.F., JOENS, L.A.,.Prevalence of Salmonella spp. in oysters in the United States. **Applied and Environmental Microbiology** 71, 893–897. 2005.

FAO. Fisheries and Aquaculture Department. Safety of fish and fish products. 2008 Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/topic/1522/en>. Acesso em 13 set. 2014.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Atheneu, 2004.

GERMANO, P. M. L., GERMANO, M. I. S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos:qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos. Barueri, SP: Manole, 2008. 229-230; 317p.

HEINITZ M.L; JOHNSON J.M. The incidence of *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Clostridium botulinum* in smoked fish and shellfish. **J Food Prot** 61(3):318-23. 1998.

HEINITZ, M.; RUBLE, R.D.; WAGNER, D.E.; TATINI, S.R. Incidence of Salmonella in fish and seafood. **Journal of Food Protection**, v.63, n.5, p.579-592, 2000.

HEUER OE, KRUSE H, GRAVE K, et al. Human health consequences of use of antimicrobial agents in aquaculture. **Clin Infect Dis** 2009;49:1248–1253.

HOFER, E.; Silva, S. J. F.; Reis, E. M. F. Prevalência de sorovares de Salmonella isoladas de aves no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 17 (2): 55-62. Departamento de Bacteriologia, Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.

HUSS, H.H. Garantia da qualidade dos produtos da pesca. Roma: FAO, n. 334, 1997. 176 p. **FAO** Documento Técnico sobre as Pescas.

KUMMERER K. Antibiotics in the aquatic environment—A review—Part I and Part II. **Chemosphere** 2009;75:417–441. 2009.

LIJMER J.G, BOSSUYT P.M, HEISTERKAM.P SH. Exploring sources of heterogeneity in systematic reviews of diagnostic tests. **Stat Med** 2002;21:1525–1537.

MICROSOFT Corporation Office / Excel 2010. Planilha Electronic Excel. Portland: Microsoft Research 2010.

OEHLENSCHLÄGER, J. & REHBEIN, H. Basic facts and figures, Chapter 1. Fishery Products Quality, safety and authenticity Edited by Hartmut Rehbein and Jörg Oehlenschläger (1-18). 2009.

POPOVIC, N. T, BENUSSI, S. A.; DZIDARA, P.; COZ-RAKOVAC, R.; STRUNJAK-PEROVIC, I.; KOZACINSKI, L.; JADAN, M. & BRLEK-GORSKI, D. Microbiological quality of marketed fresh and frozen seafood caught off the Adriatic coast of Croatia. **Veterinary Medicine**, 55, (5): 233–241. 2010.

PULLELA, S.V.S. Aquaculture of Pacu (Piaractus mesopotamicus) and a compariison of its qualıty: mıcrobıologıcal, sensory and proximate composıtıon. Master of Scıence in Food Science and Technology. Virginia Polytechnic Institute and State University 191 p. 1997.

REILLY PJA. Emerging food safety issues and the seafood sector, 26th Session of the Asia Fisheries Commission, September 24– 30, China, 1998.

REILLY, P. J. A., & TWIDDY, D. R. Salmonella and Vibrio cholerae in brackishwater tropical prawns. **International Journal of Food Microbiology**, 16, 293±301. 1992.

RODRIGUES, C.L.; ZIEGELMANN, P.K. Metanálise: Um guia prático. Rev. HCPA. 30(4): p. 436 – 447, 2010.

SARGEANT, J. M., A. M. O'CONNOR, I. A. GARDNER, J. S. DICKSON, M. E. TORRENCE, I. R. DOHOO, S. L. LEFEBVRE, P. S. MORLEY, A. RAMIREZ, AND K. SNEDEKER, The reflect statement: reporting guidelines for randomized controlled trials in livestock and food safety: explanation and elaboration. **Zoonoses Public Health** 57, 105–136. 2010:

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (SVS). Ministério da Saúde. Dados Epidemiológicos – DTA período de 2000 a 2011*, 2011. Disponível em: <http://portal.saude.gove.br/portal/arquivos/pdf/dados_epidemiologicos_dta_15911.pdf>. Acesso em 24 Agosto. 2014.

STATA CORP. Stata: Release 12. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP, 2011.

VANDENBROUCKE J.P, VON E.L.M.E, ALTMAN D.G, et al. STROBE Initiative.Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. **Epidemiology** 2007; 18:805–835.

WHO, Drug-resistant Salmonella. 2005.<http://www.who.int/mediacentre/ factsheets/fs139/>.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

AS ESTRATÉGIAS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ADOTADAS NO SETOR DE HOSPEDAGEM NO MUNICÍPIO DE MORRETES - PARANÁ

ADILSON ANACLETO[1], ANA PAULA MACHADO[1], ELIETE DE NASCIMENTO LAZARINI[1], HELEN HELOIZA HERARTH[1], JAMILE SANTOS DE SOUZA[1], ROSANA DA SILVA PINTO ARAÚJO[1]

1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ- CAMPUS PARANAGUÁ
e-mail (adilson.anacleto@unespar.edu.br)

Resumo *- O turismo na cidade de Morretes possui forte associação ao ecoturismo e a culinária e representa 65% da movimentação econômica do município. A hospedagem do turista na cidade é feita quase que exclusivamente pelas pousadas. Porém até o momento não foram encontrados estudos que revelem as formas de gestão destes empreendimentos. Dentro deste contexto, objetivando investigar se a gestão estratégica adotada pelos gestores do segmento de hospedagem no município de Morretes pode ser potencializada e contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva do turismo local, realizou-se em agosto de 2014, pesquisa exploratório-descritiva quantitativa, junto a 15 gestores de pousadas. Verificou-se que as estratégias de prestação de serviços adotadas no setor hoteleiro no município de Morretes não são capazes de promover o crescimento empresarial porque são insuficientes para conquistar e fidelizar novos clientes. Concluiu-se que embora os gestores não se beneficiem das vantagens do planejamento formal, no entanto, o conhecimento empírico associado e forte presença natural do turista resultam que o setor de hospedagem apresente resultados satisfatórios na percepção dos gestores das pousadas.*

Palavras-chave: Planejamento. Pousadas. Hospedagem. Litoral do Paraná.

I. INTRODUÇÃO

O turismo se caracteriza pelo fluxo de deslocamento de pessoas a um determinado lugar, com o objetivo de satisfazer uma necessidade específica em determinado espaço de tempo, e posterior o retorno em seguida ao local de origem (CAMARGO, 2000; BARROS *et al.*, 2008).

O turismo atualmente vem sendo cada vez mais explorado como fonte de renda pelos diversos setores da economia, sendo que se divide em vários segmentos, movimentando milhões de dólares em todo o mundo (OLIVEIRA, 2000; MELLO; GOLDENSTEIN, 2011).

A primeira segmentação do turismo de acordo com Wahab (1977) pode ser a oferta das paisagens naturais ou a oferta de turismo com recursos artificiais. A oferta natural representa os elementos naturais do local, como o cenário, a fauna, a flora, rios e montanhas.

Ainda segundo Wahab (1977), a oferta artificial é representada pelos recursos relativos às questões de infraestrutura, hotéis, campings, agências de turismo, locais de visitações como, museus, bibliotecas, ou ainda eventos tradicionais como festas religiosas, feiras e exposições, que possam retratar o modo de vida, a culinária e tradições do local.

A cidade de Morretes que recebeu seu nome através dos seus colonizadores portugueses, por estar cercada de pequenos morros, foi fundada em 1733, sendo uma das mais antigas cidades do Paraná, estando estrategicamente localizada em meio à Serra do Mar, com um conjunto de fatores naturais como rios, florestas que despertam no turista a necessidade de visitação (SECRETARIA DE TURISMO DE MORRETES, 2014).

Os principais beneficiados deste contingente natural são os habitantes locais, pois além do bem-estar derivado do conjunto das questões do meio no qual estão inseridos, ainda obtém fontes de renda (HAUKINS; LINDBERG, 2002).

O turismo na cidade de Morretes é explorado nas duas categorias descritas (WAHAB, 1977), porém possui forte associação ao ecoturismo. Segundo a EMBRATUR (2014) o ecoturismo é um segmento da atividade turística que utiliza de forma sustentável o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem estar das populações envolvidas.

Outra forte vertente no turismo na cidade de Morretes é a gastronomia típica com a oferta do Barreado, sendo que atualmente o turismo representa 65% da economia da cidade. Recebendo cerca de um milhão de turista por ano a cidade está entre os 100 destinos mais procurados do país (SECRETARIA DE TURISMO DE MORRETES, 2014).

Em contexto geral o desenvolvimento turístico, exige a melhoria dos serviços, que abrangem todos os setores, sejam do transporte, agências de viagens, serviços de hospedagem e de alimentação (IBGE, 2011).

O setor hoteleiro é um importante elo da cadeia do turismo, e dela depende o tempo de permanência do turista na localidade, assim que o turista encontrar o conforto e as facilidades que deseja, tende a permanecer, caso contrário tende a retornar ao seu lugar de origem (IBGE, 2011).

O gestor deve levar em consideração os mais diversos fatos que possam auxiliar na manutenção do turista em sua hospedagem, bem como perceber aqueles fatores que lhe possam prejudicar ou diminuir o tempo de permanência do turista na cidade.

Assim neste contexto, o setor hoteleiro deve se valer de estratégias empresariais que visem promover a satisfação

ISSN 1809-3957

do turista, fortalecendo de maneira ampla a cadeia produtiva do turismo local (ANSARAH, 2000).

A estratégia pode ser classificada como um conjunto de ações planejadas que integra as principais metas políticas, sequência de ações de uma organização de forma coerente, suas competências internas e a capacidade de promover mudanças controladas de forma antecipada no ambiente (MINTZBERG; QUIN, 2001).

A estratégia empresarial, é um caminho que deve ser seguido, seja ele planejado ou se valendo da situação ambiental momentânea (ANSARAH, 2000). As análises das estratégias consideram que ela possui compromisso com a ação corretiva e o planejamento. Estratégia, é portanto, uma ferramenta de gestão para promover a satisfação do cliente e atingir os objetivos da empresa (DIAS, 2005).

Para Porter (1986), a estratégia é o elo entre a organização e o ambiente, nos ambientes internos e externos e tem como objetivo posicionar a empresa de maneira planejada ou não, dentro do ambiente competitivo.

No ramo de hotelaria a qualidade do serviço e do atendimento são fatores essenciais. Segundo Kotler e Armstrong (1993 p.174) serviços são atividades, benefícios ou satisfações que são oferecidos para venda. Eles definem o serviço como um ato ou desempenho essencialmente intangível que uma parte pode oferecer a outra e que não resulte na posse de nenhum bem, desta forma é imprescindível para o desenvolvimento com sucesso dos negócios hoteleiros que os gestores possam conhecer de forma detalhada o perfil de seus empreendimentos.

Poucos e esparsos estudos foram encontrados sobre a gestão da cadeia produtiva do turismo no município de Morretes, litoral do Paraná. Diante da carência de dados realizou-se o presente estudo que objetivou investigar se a gestão estratégica adotada pelos gestores do segmento de hospedagem no município de Morretes pode ser potencializada e contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva do turismo local.

II. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada para este estudo é considerada exploratório-descritiva quantitativa, que de acordo com Gil (2008), as pesquisas descritivas possuem como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência. O método quantitativo pode ser empregado no desenvolvimento de pesquisas descritivas de âmbito mercadológico e de gestão e representa uma forma de garantir resultados precisos (Oliveira, 2000).

A pesquisa de campo realizada em agosto de 2014, similarmente ao proposto por Vergara (2000), incluiu visita presencial e aplicação de um questionário semiestruturado direcionado aos proprietários dos estabelecimentos do setor de hospedagem no município de Morretes.

Nesta fase a pesquisa visava identificar os diversos segmentos do setor, identificar os critérios que foram utilizados para a implantação e gestão empreendedora e quais eram as estratégias utilizadas na prestação de serviço.

Ao total foram identificados 43 estabelecimentos do setor de hospedagem no município, porém destes por receptividade, apenas 15 gestores se predispuseram a colaborar com a pesquisa, sendo todos proprietários de pousadas.

Similarmente ao proposto por Anacleto, Leão e Jorge (2013), por concentrar-se na investigação de um único segmento, porém em várias unidades de hospedagem, esta fase da pesquisa caracterizou-se como um estudo multi caso, que segundo os autores, permite o estudo de um fenômeno em profundidade dentro de seu contexto.

Finalizando o estudo de acordo com o proposto por Vergara (2000) e Anacleto, Machado e Silva Junior (2014) após a coleta dos dados primários, foi adotada a técnica de triangulação de dados para a análise interpretativa e descritiva dos conteúdos obtidos durante as entrevistas.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gênero predominante entre os proprietários de pousadas mostra que a maioria pertencia ao gênero masculino (n=10). A faixa etária predominante na totalidade era entre 30-50 anos (n=7). O estudo também revelou que a maioria dos gestores possuía o ensino superior (n=10).

Os proprietários das pousadas em sua maioria, (n=11) não realizaram qualquer espécie de estudo de viabilidade ou de custos para implantar seus empreendimentos na cidade.

A divulgação do serviço ofertado é feita quase que exclusivamente por meio eletrônico, com predomínio de perfil da empresa em redes sociais diversas (n=12), em apenas dois casos observou-se a complementação da divulgação com o auxílio de propaganda audiovisual (n=3) como folders, banners e placas de divulgação.

Percebeu-se durante a realização das entrevistas o conceito generalizado entre os entrevistados de que "a cidade em si atrai o turismo, e que a hospedagem era consequência do passeio do turista".

Diante desse conceito foi solicitado aos donos de pousada que descrevessem em sua autopercepção o que consideravam primordial no serviço do seu estabelecimento, sendo que a maioria apontou como principal o atendimento (n=8), infraestrutura (n=6), higiene (n=5), marketing e qualidade (n=4). (Figura 1).

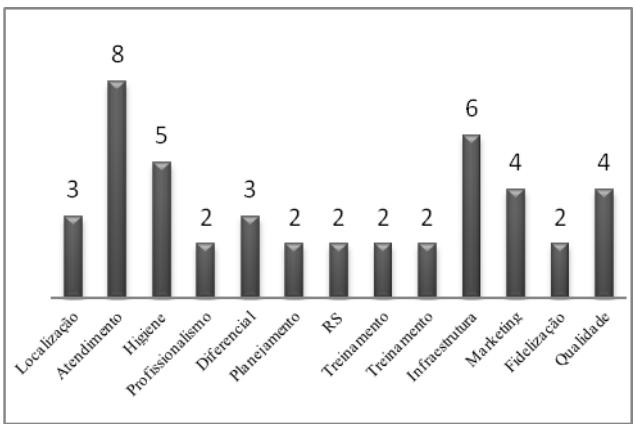


Figura 1 - Autopercepção dos empresários referente ao grau de prioridade do serviço por ele prestado.

Assim, não foram observadas estratégias específicas no que se concerne à ampliação da taxa de ocupação ou elevação do número de dias de hospedagem por parte dos gestores em relação à culinária, cultura histórica, trem, turismo ambiental e parceria com a empresa de turismo da região.

ISSN 1809-3957

Diante deste contexto, a totalidade dos estabelecimentos não oferecia pacotes turísticos aos seus clientes, porém adotavam a estratégia de compartilhamento que é aquela em que ocorre a parceria tácita com a indicação de outras empresas especializadas no turismo local, assumindo a gestão das pousadas a função única e exclusiva de hospedagem.

A conquista e fidelização da clientela é uma questão ainda a ser explorada pelos gestores das pousadas, dado que neste quesito apenas três entrevistados associaram a qualidade do serviço à satisfação das necessidades dos clientes. Os outros entrevistados associaram a questão da conquista e fidelização do cliente à questão da barganha da hospedagem em relação ao preço praticado e descontos concedidos (figura 2). Também não foi percebida variação nas estratégias comerciais em relação à alta temporada e baixa temporada de turismo, ou seja, a prática é similar durante o ano todo.

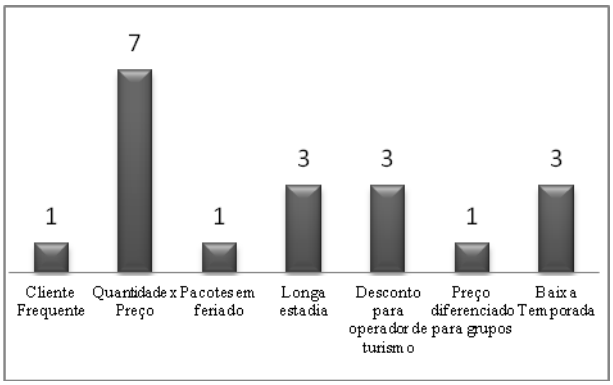


Figura 2- Flexibilidade dos empresários em relação à negociação de preços e pacotes do estabelecimento.

A maioria dos gestores (n=13) desconhecia o perfil do seu público e nunca fez pesquisa de satisfação, ou socioeconômica para conhecer o cliente.

Em relação aos serviços oferecidos a totalidade dos empreendimentos oferta serviços triviais, priorizando as questões climáticas, segurança e conforto. Entre os serviços apontados como ofertados pela totalidade dos entrevistados, destacaram-se estacionamento, ar condicionado, parque de diversão para crianças, segurança, televisão a cabo, suítes com frigobar e internet.

O estudo revelou que embora significativa parcela dos entrevistados (n=53%) tenha afirmado que para as suas empresas existia um planejamento empresarial, na prática, não foi verificada a existência formal em nenhum dos entrevistados, tratando-se de planejamento empírico, sem assessoramento especializado, e com critério de decisão familiar e "dentro das possibilidades ou da necessidade é realizado um acompanhamento ou uma análise".

O estudo revela que sob o contexto geral, a gestão dos empreendimentos de hospedagem se beneficia da elevada oferta de turistas e apresenta reduzida adoção das estratégias comerciais associadas ao turismo.

Os conceitos de estratégia, planejamento estratégico e administração estratégica, nas organizações familiares e que ainda não possuam a gestão profissionalizada, devem fazer parte do cotidiano. A estratégia é composta de um conjunto de ações criativas, intuitivas e inovadoras que proporcionem algum diferencial para que o profissional identifique ou deduza a necessidade, e leve a empresa a alcançar o sucesso.

As estratégias não determinam o fracasso ou o sucesso de uma organização por si só, mas em conjunto à melhoria dos processos de gestão, influencia os fatores internos da empresa, identificam as necessidades da estrutura organizacional no que se refere às qualificações de pessoas, sistemas, gestão e outros valores coletivos.

Assim o empresário deve escolher o tipo de estratégia para utilizar como referência em sua empresa de acordo com sua necessidade, sua capacidade, o objetivo pretendido e com a situação da empresa, ou seja, utilizando essa combinação a estratégia mais adequada ao momento fará com que possa aproveitar todas as oportunidades que surgirem a partir de sua escolha, que no caso do município de Morretes é evidenciado como um contingente de oportunidades não exploradas pelo setor.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que as estratégias de prestação de serviços adotadas no setor hoteleiro no município de Morretes não são capazes de promover o crescimento empresarial porque são insuficientes para conquistar e fidelizar novos clientes.

Concluiu-se que embora os gestores não se beneficiem das vantagens do planejamento formal, no entanto, o conhecimento empírico associado à forte presença natural do turista resulta que o setor de hospedagem apresente resultados satisfatórios na percepção dos gestores das pousadas.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACLETO, A., LEÃO, A. S. D.; JORGE, L. D. F. O turismo de negócios no Litoral do Paraná. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo-Re**AT, v. 3, n. 2, p.185-199. 2013.

ANACLETO, A., MACHADO, A.,; SILVA JUNIOR, F. J. A. D. Estratégias de Comercialização de Aguardente Artesanal no Litoral Paranaense. **Revista de Administração da UEG**, v. 5, n. 1, p. 91-96, 2014.

ANSARAH, M. G. R. **Turismo: Segmentação de Mercado.** São Paulo: Ed Futura, 2000. 208 p.

BARROS, M. O; SILVA, S. C. O Desenvolvimento do Turismo: Uma visão sistêmica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS, 4., 2008, São Paulo. **Anais...** Congresso Brasileiro de Sistemas. Centro Universitário de Franca Uni-FACEF, 2008. 17p

CAMARGO, L. H. **Turismo como aprender, como ensinar.** São Paulo: Senac, 2000.

DIAS, R. **Introdução ao Turismo**. São Paulo: Ed. Atlas, 2005. 178 p.

EMBRATUR - MINISTERIO DO TURISMO. **Plano nacional do turismo: dados e fatos.** Disponível em: < http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/dadosefatos/home.html.>. Acesso em 27/04/2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISCA. **Pesquisa de Serviços de Hospedagem 2011.** Rio de Janeiro, 2011. 65p.

ISSN 1809-3957

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

HAWKINS, D. E.; LINDBERG, K. **Ecoturismo, um guia para planejamento e gestão.** São Paulo: Senac, 2002.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G**. Princípios do marketing.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABDR, 1993.

MELLO, G.; GOLDENSTEIN, M. **Perspectivas da hotelaria no Brasil.** Turismo BNDES Setorial 33, p. 5-42. 2011

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B. **O processo da estratégia.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

OLIVEIRA, A. P. **Turismo e desenvolvimento.** São Paulo: Atlas, 2000. 175p.

PORTER, M.; **Estratégia competitiva.**2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SECRETARIA DE TURISMO DE MORRETES, **Turismo em Morretes.** Disponível em: <http://www.morretes.pr.gov.br/index.php/turismo.>. Acesso em 27/04/2014.

2014).

WAHAB, S. E. A. **Introdução a administração do turismo.** São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1977.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

O CASO SAPIENS PARQUE S/A, GARGALOS JURÍDICOS E A RESISTENCIA DOS ATORES PÚBLICOS A ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO NO BRASIL

MARIA EMÍLIA DA SILVA[1]
1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO
emilia@codesc.sc.gov

Resumo *- As limitações impostas pela legislação dificultam a interação entre o setor público e privado. Contribui para este cenário, o paradigma cultural impregnado no ator público sempre resistente a inovação. O estudo de caso Sapiens Parque S/A é um excelente ambiente para estudar essa realidade. Objetiva-se expor os problemas que minimizam as dificuldades de receptividade "ao novo", dos atores envolvidos e não diretamente envolvidos num ecossistema de inovação. No que diz respeito ao estudo do caso, será demonstrado os objetivos almejados e a estrutura básica do Parque, tendo em vista, a impossibilidade neste estudo, em trazer as particularidades de um empreendimento de tão grande proporção. Ademais, dentro de uma comunidade de conhecimento por excelência, a dinâmica é acelerada, por esse motivo será feito um corte cronológico, entre o ano de 2008 e 2013 para que se obtenha uma possibilidade mais verdadeira da atualidade do empreendimento, no que pese ter sido concebido, de forma muito incipiente, desde os anos 1980 na Companhia de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina - CODESC. O parque, sem dúvida, facilitará e incentivará o desenvolvimento tecnológico e a transferência do conhecimento entre a comunidade no seu entorno, viabilizando a interação, e, sobretudo a disseminação do conhecimento. Será analisado, também, qual diretriz socioambiental sustentável adotada. Serão discutidos, ainda, os marcos legais brasileiros de inovação, a partir da Constituição Federal.*

Palavras-chave: *Parques Tecnológicos e de Inovação. Legislação. Gestão do conhecimento.*

I. INTRODUÇÃO

O desafio brasileiro na modernidade é tornar-se um país cujas atividades sejam intensivas em conhecimento, como instrumento de alavancagem para o desenvolvimento ambiental, econômico e social sustentáveis.

Trata-se de uma nova prioridade de Estado, que não obstante a Constituição Federal, a Lei de Inovação, e o recém inserido Inciso XXV, no art. 24 da Lei nº 8.666/93, possui aspectos histórico-culturais ainda muito distantes dessa ambiciosa realidade que se pretende implantar.

Exemplo disso é o comportamento das entidades fiscalizadoras, a rigidez burocrática e os entraves jurídico-legais, que vem causando problemas a gestores, empreendedores e pesquisadores desses ambientes de inovação, merecendo assim um estudo profundo na busca pela consonância dessas ambiguidades (SANTOS, 2001).

Entretanto, apesar do surgimento desses ajustes normativos, não existe ainda um arcabouço legal e de modelo de gestão que direta, e especialmente, regule os parques tecnológicos, ou ecossistemas de Inovação, não apenas Individualmente, mas como Política de Estado, para que verdadeira e efetivamente possam agir integrados e em sintonia com as políticas, características e prioridades estatais, aumentando a sua capacidade de servirem como agentes de desenvolvimento.

Em Santa Catarina, no projeto de implantação e desenvolvimento da SAPIENS PARQUE S/A, existe um excelente ambiente de inovação, com a realização de operações típicas desse sistema.

O Estado de Santa Catarina conta com a UFSC e UDESC, universidades de excelência, empresas de tecnologia, incubadoras, institutos, fundações de apoio e educacional, que de forma pioneira vêm aplicando os mais diversos modelos para viabilizar o incentivo à inovação.

Somado a isso há uma pulverização de universidades pelo interior do Estado, inicialmente pelo sistema ACAFE e a UDESC, e, mais recentemente, o iniciado pelo Instituto Federal de Santa Catarina e a Universidade Federal de Santa Catarina, mais especificamente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Contudo, os empreendimentos existentes não possuem a segurança jurídica necessária, existem apenas alguns modelos, porém são incipientes, provocando incertezas nos investidores, levando ao risco de responsabilizações pessoais, devido à ausência de normatização clara para o assunto, a exemplo da Sapiens Parque S/A.

Como forma de situar o leitor, traz-se ao presente estudo, colhido da ANPROTEC - Associação Nacional e Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores, um panorama conceitual do que é um Parque Tecnológico:

> "Os parques tecnológicos, por sua vez, constituem um complexo produtivo industrial e de serviços de base científico-tecnológica. Planejados, têm caráter formal, concentrado e cooperativo, agregando empresas cuja produção se baseia em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Assim, os parques atuam como promotores da cultura da inovação, da competitividade e da capacitação empresarial, fundamentados na transferência de conhecimento e tecnologia, com o objetivo de incrementar a produção de riqueza de uma determinada região". ANPROTEC (2014).

No próximo capitulo será feito um panorama do projeto Sapiens Parque S/A. localizado na praia de

ISSN 1809-3957

Canasvieiras, cidade de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, de maneira muito reduzida, naturalmente, levando-se em conta que trata-se de um empreendimento de grande vulto.

II - CASO SAPIENS PARQUE S/A

Dentro deste contexto, conforme foi destacado pela ANPROTEC, a Sapiens Parque é um empreendimento desenvolvido sob o conceito de um Parque de Inovação para promover o desenvolvimento dos setores econômicos que já são vocações de Florianópolis como o turístico, serviços especializados, tecnologia e meio-ambiente. Localizado no norte da Ilha de Santa Catarina, no balneário de Canasvieiras, à 25 km de distância do centro da cidade, com 4,5 milhões de metros quadrados.

A Sapiens foi idealizado para consolidar a cidade como uma capital do conhecimento e da qualidade de vida, construindo um ambiente de altíssima tecnologia onde a criação de novas competências, conhecimentos e valores devem ser utilizados como o principal fator de competitividade para as empresas ali instaladas. A denominação Sapiens origina de "Sapientia" (Sabedoria) e de "Homo Sapiens" (Ser Humano)

Tal conceito visa tornar a Sapiens Parque num lugar para colocar a sabedoria e o conhecimento a serviço do ser humano, criando oportunidades para que ele experimente e gere novos conhecimentos. Para isso, o complexo irá abrigar núcleos de geração de conhecimento, ambientes para experiências transformadoras, polos de empreendimentos inovadores, através de modelos de desenvolvimento sustentável.

FIGURA 1 - O empreendimento. Fonte Fundação Certi 2013.

2.1 - Áreas de Atuação:

As áreas já são vocação de Florianópolis, e serão intensamente desenvolvidas dentro do âmbito do Sapiens Parque:

a) Tecnológica: implantação de empresas de base tecnológica focadas na área de energia, mídia, animação, biotecnologia e tecnologias de informação e comunicação;

b) Serviços Especializados: implantação de centros de serviços especializados na área médica, da educação e de negócios;

c) Turístico: implantação de centros de eventos, congressos e convenções, arena multiuso, teatros, praças temáticas, etc. Todos os empreendimentos do Parque serão baseados no conceito do "Turismo do Conhecimento", que consiste na criação e desenvolvimento de atividades e locais para atrair visitantes e comunidades que buscam trocar idéias e capital intelectual com indivíduos da mesma área profissional;

d) Sócio-Ambientais: implantação de centros voltados ao desenvolvimento de projetos sócio-ambientais, áreas destinadas para a comunidade com a implantação de centros sociais. Para mitigar os impactos ambientais da região, está sendo criado um Parque Natural com uma área aproximada de 2 milhões de m² (200 hectares), com trilhas ecológicas e projetos de pesquisa ambientais para preservação da mata nativa.

2.2 - Infraestrutura:

A infraestrutura que será oferecida na Sapiens Parque contempla um conjunto de empreendimentos públicos e privados como arena multiuso, parque natural, vários lagos, centro de serviços para comunidade, centro de eventos e de convivência, hotéis, museus, centros gastronômicos e de compras, centros de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico, praças com equipamentos de entretenimento, uma área de preservação permanente com aproximadamente 2 milhões de metros quadrados e um sistema viário diferenciado, priorizando o bem estar das pessoas e de fácil e rápido acesso para os seus usuários.

As edificações serão inteligentes, com sistemas de abastecimento de água de ponta, através do reaproveitamento da água da chuva, com conceitos de eficiência energética e um sistema de coleta de esgoto e tratamento de efluentes moderno, além de sistemas de telecomunicações de alta velocidade.

2.3 - Implantação em Fases:

O processo de implantação do Sapiens Parque ocorrerá em cinco fases distintas, sendo que o principal elemento que definirá a forma de ocupação de cada uma das fases é o potencial construtivo máximo permitido para cada uma. Na fase atual, contempla-se a infraestrutura para implantação de oito empreendimentos estratégicos. Dentre eles: O prédio-sede da Sapiens Parque S.A., onde também serão instaladas as bases iniciais dos parceiros; Centros empresariais; Centro de Eventos; Sede das primeiras empresas-âncoras; Parque Natural; Locais de convivência de integração e lazer.

Para o desenvolvimento das principais vertentes do projeto, estarão atuando no desenvolvimento do Sapiens Parque os seguintes atores:

- Empresas estatais;
- Empresas de pequeno, médio e grande porte através da instalação de suas bases;
- Investidores interessados na aplicação do seu capital para alavancar e promover o desenvolvimento do parque;
- Entidades como universidades, ONGs e outras entidades interessadas na implantação de unidades de P&D no empreendimento;
- Comunidade através do desenvolvimento de projetos cooperados visando o desenvolvimento econômico-social-tecnológico-ambiental desta região.

ISSN 1809-3957

2.4 - Estrutura Jurídica:

A gestão e implementação do Sapiens Parque está sob responsabilidade da Sapiens Parque S.A., uma Sociedade de Propósitos Específicos (S.P.E.) criada na forma de sociedade anônima de capital fechado, que possui como objetivo o propósito específico de estruturar, viabilizar, implementar e operar o projeto de desenvolvimento regional denominado "Sapiens Parque".

A Sapiens Parque S.A. possui um Conselho de Administração e uma Diretoria Executiva formada por representantes dos sócios: CODESC, SC Parcerias, Fundação CERTI e Instituto Sapientia. A estrutura organizacional é composta por Assembleia Geral, Conselho de Administração, Diretoria composta por cinco membros (Diretor Presidente, Diretor Executivo, Diretor Administrativo Financeiro, Diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação, Diretor de Operações) e um Conselho Fiscal, hierarquicamente organizados como é apresentado na figura a seguir.

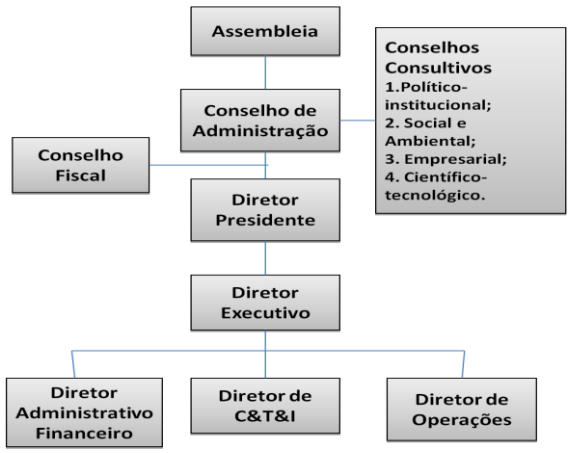


Figura 2- Estrutura organizacional da Sapiens Parque S.A.
Fonte: Fundação Certi (2002)

O SAPIENS PARQUE é um complexo urbano e ambiental formado por empreendimentos turísticos, empresariais e educacionais e por um conjunto de serviços diferenciados.

A Fundação CERTI desenvolveu o conceito do Projeto SAPIENS em parceria com a Companhia de Desenvolvimento de Santa Catarina – CODESC, proprietária do terreno. Um dos primeiros passos foi elaborar diretrizes que nortearam o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, estabeleceu-se que o empreendimento deveria ser de grande importância local regional e nacional e que deveria integrar de forma inovadora os conceitos de conhecimento/tecnologia e ser humano/sociedade (Fonte: EIA/RIMA Sapiens Parque). Baseando-se nestas diretrizes gerou-se um projeto que apresenta um novo conceito denominado de "Parque de Inovação para Promoção do Desenvolvimento Econômico, Social, Tecnológico e Ambiental".

Ficaram estabelecidos dois elementos centrais do Projeto como "centro Nervoso": o Sapiens Scientia e o Sapiens Experientia.

a) O Sapiens Experientia será um Empreendimento de aproximadamente 250 mil m2 que integra características de Museu, Show Room, Parque Temático e Laboratório de Teste/Experimentação;
b) O Sapiens Scientia será um projeto com uma área de quase um milhão m2 em torno do Sapiens Experientia cujo objetivo será abrigar organizações de referência no Mundo Empresarial, Acadêmico e do Terceiro Setor para que instalem suas bases avançadas de pesquisa, desenvolvimento e experimentação de tecnologias.

Foram estabelecidos, também, eixos de desenvolvimento que o projeto deverá seguir, focados nos conceitos de:

- Pólo Turístico;
- Pólo de Projetos Sociais e Ambientais;
- Pólo da Economia da Experiência / Conhecimento;
- Pólo de Empresas Baseadas no Conhecimento;
- Pólo de Empresas de Serviços Especializados.

Para cada eixo de desenvolvimento, foram previstas quatro fases de implantação. A Figura a seguir, apresenta o mapa com o projeto de faseamento da implantação do Parque.

São descritos, a seguir, alguns dos principais empreendimentos e projetos que constituem o Sapiens Parque:

a) Parque Tecnológico - Este módulo visa alojar empresas de tecnologia, graduadas na incubadora da Fundação Certi e já implantadas em outros locais em Florianópolis, além das empresas de tecnologia transferidas do interior de Santa Catarina e de outros estados das regiões sul e sudeste do Brasil;

b) Empresas de Serviços - Este módulo se constituirá principalmente por empresas e entidades provenientes de diversos setores cujo foco esteja voltado ao setor de serviços e às indústrias não poluente e do conhecimento;

c) Saúde - Dentro do Conceito do parque, a ideia de atendimento ambulatorial e de emergências não se enquadra. Portanto, este módulo deverá trabalhar com temas que envolvam a melhoria da qualidade de vida dos membros da comunidade de forma preventiva;

d) Educação - Este módulo abrigará instituições de ensino de todos os níveis;

e) Esportes - Este módulo pretende abrigar uma arena multiuso, para realização de eventos de diferentes modalidades esportivas, e centro de treinamento, bem como toda a infra-estrutura necessária para a realização de eventos esportivos de abrangência nacional e internacional;

f) Comércio – Será constituído por serviços que deverão suprir as necessidades de consumo dos usuários dos demais módulos, abrangendo tanto a população residente como a população transitória. Estará dividido em dois elementos principais. O primeiro trata-se de um boulevard de serviços junto à divisa do parque com a comunidade local, o segundo é um Shopping Center;

g) Serviços Comunitários – Será constituído por equipamentos sociais a serem construídos no entorno do Sapiens Parque de forma a promover a integração das populações mais carentes em atividades educacionais e esportivas, promovendo, desta forma, o desenvolvimento socioeconômico da região e evitando a degradação do entorno por usos ilegais, desordenados ou poluentes. Estes

ISSN 1809-3957

módulos poderão abrigar escolas, creches, quadras poli-esportivas, etc.;
h) Hotel / Conferências - Deverá ser um complexo de hotéis que deverão ter sinergia com os conceitos turísticos da cidade, possuindo a flexibilidade necessária para receber turistas de diferentes segmentos durante todos os meses do ano. Este módulo também deverá abrigar um centro de conferências para promover e abrigar feiras, congressos e outros tipos de eventos relacionados a conhecimento, qualidade de vida e aspectos socioambiental;
i) Entretenimento - O módulo "Eventos" deverá ser um complexo autossuficiente, com infraestrutura, para a promoção de eventos de referência nacional e internacional;
j) Projetos Ambientais - O objetivo deste módulo é atrair e implantar projetos de pesquisa e ensino que visarão a conscientização da população e o fomento de ações de preservação do meio ambiente. O desenvolvimento sócio, econômico, ambiental e urbanístico é um dos principais objetivos que conduzem o desenvolvimento do parque;
k) Áreas Verdes, Lago e Sistema Viário - Trata-se da infraestrutura necessária para o funcionamento do complexo (arruamento, guias, saneamento básico etc.) e que, preserve as diretrizes de desenvolvimento do mesmo. Todo o sistema viário interno do parque terá duas pistas, com duas faixas cada uma e incentivo ao transporte alternativo, principalmente bicicletas. Para isso será desenvolvida uma ampla rede de ciclovias, passeios e trilhas;
l) Segundo o RIMA (2004), realizado pela empresa ELABORE, o planejamento do sistema viário interno não pode ser realizado de forma separada do complexo viário que dá acesso ao Parque (vias de entorno). Dessa maneira, o projeto torna-se benéfico também para as regiões vizinhas, que deverão contar com uma melhoria na infraestrutura urbana, o que resulta num processo de desenvolvimento para a região como um todo (VIANA, 2005).

2.5 - Ações entre os anos de 2008 a 2013:

a) Implantação da infraestrutura: malha viária, água e saneamento, telecom e energia;
b) Implantação dos primeiros empreendimentos: Parque Natural e Jardim Botânico; Studium Sapiens (cluster de mídia e animação);
c) Programa Comunidade Sapiens: visa a capacitação e qualificação da comunidade, empreendedores e mão-de-obra local, através da implantação dos projetos Artesanato; Roteiro Gastronômico Norte da Ilha; Telecentro e Construção Civil;
d) Implantação das primeiras empresas/empreendimentos âncoras: na área de turismo, tecnologia, saúde e meio ambiente;
e) Instalação da Infraestrutura fase 0: Urbanização com sistema viário, energia, água e telecom, viabilizando 20 unidades da Sapiens com potencial de mais de 60 mil m²;
f) Construção do prédio Softplan: Criação do prédio em parceria com a Softplan e aceleração da construção da nova sede da empresa com 28 mil m² e investimentos de cerca de R$ 45 milhões;
g) Parceria com a Sustentar E: Criação da Sustentar Engenharia para construção de uma edificação com mais de 15 mil m², contando com a parceria de mais de 20 empresas de tecnologia da ACATE - Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia;
h) Projetos executivos da fase 1: Licitação, contratação e execução dos projetos executivos para urbanização da Fase da Sapiens Parque, contemplando uma área de intervenção de cerca de 1 milhão de m²;
i) Centro de Inovação do Sapiens Parque: Articulação da contrapartida FAPESC ao projeto FINEP para desenvolvimento dos projetos executivos de 11 Centros de Inovação dos Parques Tecnológicos de Santa Catarina, incluindo a edificação na Sapiens;
j) Edital do prédio para Restaurante e Centro de Serviços: Licitação do prédio para implantação do primeiro Restaurante e Centro de Serviços para atendimento às empresas do Sapiens;
k) Projeto FINEP de Desenvolvimento da Sapiens: Início da implantação do projeto FINEP para desenvolvimento do portfólio de serviços de suporte aos clientes do parque, e estruturação dos clusters de inovação da Sapiens;
l) Novas estratégias para alavancagem de clientes e investimentos: Concepção, estruturação e teste de novos modelos e estratégias de empreendimentos, parcerias de negócios e soluções comerciais para atração de novos clientes e investidores;
m) Centro de Inovação em Energia Solar do Sapiens - UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina: Negociação e implantação de mais uma unidade da UFSC no Sapiens Parque, focada no treinamento e P&D na área de energia solar;
n) Planejamento Territorial Integrado - Smart Region: Planejamento de projetos de urbanismo, mobilidade, energia e sustentabilidade da região do entorno da Sapiens Parque, visando o desenvolvimento de uma região sustentável e inteligente;
o) Arena Sapiens - Complexo de Eventos, Entretenimento e Cultura: Concepção e desenvolvimento de uma proposta de ampliação das funcionalidades e empreendimentos associados ao Centro de Eventos em Convenções que está em fase de conclusão;
p) Ampliação e Encaminhamento da Parceria com SENAI-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial: O projeto em parceria com o SENAI foi ampliado, com incorporação da Escola Profissional do Futuro, e os projetos arquitetônicos e de licenciamento da construção avançaram;
q) Desenvolvimento da nova Marca e Estratégia de Comunicação: Concepção "co-criativa" da nova marca em conjunto com parceiros e desenvolvimento da estratégia de comunicação por meio dos instrumentos: site, maquetes (física e eletrônica), programação visual, sistema de sinalização e materiais impressos;
r) Novos Editais para Centros Empresariais e Tecnológicos: Interação forte com mercado, para geração de 6 novos editais para comercialização de áreas para empresas, envolvendo a construção de mais de 20 mil m² de edificações;
s) Conquista de novo Edital de Apoio a Parques da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos / MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação: Concepção, desenvolvimento e conquista de um novo Edital de Apoio a Parques Tecnológicos focado na ampliação de Empresas na Sapiens Parque e submetido pela Fundação CERTI em parceria com a UFSC e ACATE;
t) Investimento decisivo dos Acionistas: O ano de 2013 foi marcado por um aporte significativo de capital da CODESC

ISSN 1809-3957

- Companhia de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina e da SC PAR - Santa Catarina Parcerias, que viabilizou a implantação da infraestrutura da Sapiens, bem como o início da execução do projeto com recursos da FINEP, alavancado pela Fundação CERTI (fonte: Sapiens parque - Relatório de Administração 2013).

2.6 – O Sapiens em números:

- Área total: 431,5 hectares (4.315..80,88m²);
- 257 unidades condominiais;
- Potencial máximo construtivo: 1,3 milhões m²;
- Arrecadação de impostos na fase de implementação: R$ 1,2 bilhão;
- Investimento total (20 anos – terreno + infra estrutura + edificações): R$ 2,4 milhões m²;
- Total de empregos diretos (nas 5 fases de implementação: 27 mil diretos e 33 mil indiretos;
- Estacionamento privado: 6.800 vagas;
- Estacionamento público: 27.200 vagas;
- Lagos: 115.000 m²;
- Sistema viário: 17 km.

2.7 - Perspectivas para os próximos anos:

> "Para os próximos anos, a perspectiva é ampliarmos a infraestrutura e as áreas disponíveis para a implantação de novos empreendimentos em cerca de 1 milhão de metros quadrados, lançarmos novas operações para a alavancagem de capital para viabilizar a infraestrutura e novos empreendimentos com o setor privado, iniciar a implantação de edificações de tecnologia e serviços com uma área construída com cerca de 50 mil metros quadrados, estruturarmos a operação do Condomínio Sapiens Parque e realizarmos a implementação do sistema de articulação e mobilização dos clusters de inovação, ampliando o número de empresas e instituições de ciência, tecnologia e inovação no parque" (SAPIENS PARQUE, 2013).

III - GARGALOS JURÍDICOS E RESISTENCIA DOS ATORES PÚBLICOS A ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO NO BRASIL

O estudo sobre esse tema busca permitir a gestão e o desenvolvimento de um verdadeiro ambiente de inovação e conhecimento, levando-se em conta a tríplice hélice composta pelo Estado, Iniciativa Privada e a Academia.

Autores, como Kim e Nelson (2005) estudiosos do desenvolvimento econômico e tecnológico de países como a Coréia do Sul, Taiwan, Cingapura e Hong Kong, afirmam que "[...] o avanço tecnológico tem sido a principal força motora dos países industrializados, o responsável por grande parte do aumento da produtividade".

A Coréia do Sul, além de outras medidas, criou um marco legal fundamental ao processo inovação, formado, exemplificativamente, pela Lei do Estímulo à Ciência Nacional e da Tecnologia (Lei 1.864/76), a Lei de Estimulo ao Desenvolvimento Tecnológico (Lei 2.399/72), Lei de Estímulo aos Serviços de Engenharia (Lei 2.474/73).

O Brasil, a pouco criou a sua regulamentação legal, especialmente composta pela Lei de Inovação, n°. 10.973/04; Lei do Bem, nº 11.196/05, além de outras, como a Lei de Informática e a recente inserção do Inciso XXV, no art. 24 da Lei nº 8.666/93.

Entretanto, ainda encontram-se problemas graves com a aplicação de modelos de inovação. Há um grande distanciamento entre a ambiente de criação e o o mundo fático.

Existem estudos realizados, a exemplo da ANPROTEC que sugerem:

> " (...) em dez anos o Brasil contará com uma rede de PqTs responsáveis por abrigar empresas inovadoras nacionais e internacionais que se tornarão referência (...), fruto de uma interação intensa com universidades e centros de P&D. Estes PqTs serão elementos centrais da estratégia de desenvolvimento industrial e de C&T&I do país, da estratégia de desenvolvimento regional dos Estados da Federação e da estratégia de desenvolvimento local e urbano dos municípios e regiões. (..), com o apoio do setor privado, de empresas estatais e dos principais instrumentos de fomento à C&T&I. (...) Os PqTs se consolidarão como uma das principais estratégias do país para se posicionar como uma economia competitiva, inovadora e globalizada no âmbito mundial, fruto da implantação de uma Política Pública de longo prazo relevante, corajosa e criativa. ANPROTEC (2011).

Autores, na sua grande maioria, são taxativos e críticos ao baixo grau de pesquisa desenvolvimento dentro dos ambientes da indústria brasileira.

Preliminarmente, sobre o processo de inovação, vale destacar:

> "Devemos nos lembrar de que as pessoas são, por natureza, adversas à mudança. Em geral, ela é vista como esforço extra e risco adicional ao próprio emprego. As pessoas que trabalham em uma organização, com capacidade suficiente para desempenhar suas obrigações diárias de maneira adequada, se perguntam: por que o esforço extra? Por que o risco adicional? Os seres humanos enxergam a mudança como algo a ser evitado, algo que não trará nada de bom, ao menos no curto prazo. Assim, nas organizações, e no mundo, de forma geral, a inércia e o desejo de manter o status quo dificultam a inovação e o aprimoramento"(KOTLER; BES, 2011).

Sobre o investimento em inovação no Brasil observe-se:

> "A taxa de inovação das empresas, indicador que mede a introdução de novos produtos e processos no mercado, foi de 38,6% no período 2006-2008, contra 33,4% registrados na Pintec 2005. Apesar de ser o maior índice registrado pela pesquisa em suas três edições (2000, 2005 e 2008), os dados mostram que as empresas no Brasil continuam inovando mais por meio da compra de máquinas e equipamentos, dando menor importância à atividade de pesquisa e desenvolvimento para acessar conhecimento tecnológico com o objetivo de criar novos produtos e processos" (BRASILINOVAÇÃO, 2011).
>
> "Falta entre os brasileiros um pouco de cultura de inovação, inclusive entre o empresariado", explica Rogério Filgueiras, coordenador-adjunto da Agência de Inovação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). "O empresário brasileiro é avesso ao risco, principalmente levando em consideração o processo histórico do País" (ANPROTEC, 2011).

Apresentando um contexto diferente, países como a Coréia do Sul e Taiwan tiveram o seu crescimento do PIB entre 1980 e 2005 multiplicado em sete vezes e seis vezes, respectivamente (NICOLSKI, 2006).

A Coréia do Sul, com o emprego de uma política de inovação, pautada especialmente em um arcabouço jurídico, particularmente na Lei n°. 2.399/1972, estruturou um novo

ISSN 1809-3957

modelo de pais em desenvolvimento com forte valor de inovação agregada, que merece ser pesquisado como exemplo de sucesso internacional.

Ainda, sobre a necessidade de inovação, veja-se os ensinamentos de Nonaka e Takeuchi (2009):

> "Em uma economia onde a única certeza é a incerteza, a fonte certa de vantagem competitiva duradoura é o conhecimento. Quando os mercados transformam-se, as tecnologias proliferam, os competidores multiplicam-se e os produtos tornam-se obsoletos quase do dia para a noite, as empresas bem-sucedidas são as que criam consistentemente novos conhecimentos, disseminam-no amplamente pela organização e o incorporam rapidamente em novas tecnologias e produtos. Essas atividades definem a empresa "criadora de conhecimento", cujo negócio é a inovação constante".

O Brasil, por sua vez, vem estruturando um novo quadro para a sua realidade, em 02.12.04, promulgou a Lei de Inovação, Lei º. 10.973, e recentemente inseriu o Inciso XXV ao artigo 24 da Lei 8.666/93, instalando marcos legais da inovação no seu território.

Autores ilustram que a estratégia da lei é, entre outras, "[...] o uso estratégico da capacidade inovadora das instituições em aliança com o setor privado [...]" (BARBOSA, 2006, p. 6)

Trazidos pelos mesmos autores, os objetivos da Lei de Inovação, são os seguintes:

a) Possibilitar o uso do potencial de criação das instituições públicas, especialmente universidades e centros de pesquisa, pelo setor econômico, numa via de mão dupla;

b) Facilitar a mobilidade dos servidores públicos, professores e pesquisadores, da Administração para a iniciativa privada e para outros órgãos de pesquisa;

c) Para tais fins, alterar a legislação de pessoal, a de licitações, e prever certos subsídios e incentivos fiscais. BARBOSA (2006).

Desse modo, na prática, as experiências da parceria Empresa-Universidade têm encontrado dificuldades burocráticas e jurídicas, destacadas pela professora titular do escritório de transferência de tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Marli Santos (2001).

Luiz Cláudio Allemand (2011) por sua vez, afirma que:

> "É extremamente preocupante transformar centros de desenvolvimento de pesquisas e tecnologia em áreas minadas pela burocracia, pois, ao prevalecer este último, estaremos fincando os pés na "Era Industrial", o que é pior, como consumidores de produtos tecnológicos elaborados, após estudos científicos, desenvolvidos em outros países".

Como pôde ser visto, tais objetivos buscam especialmente oferecer condições jurídicas para a troca do conhecimento, o que, entretanto, na prática tem trazido elevado processo de desgaste para os gestores, especialmente de entidades públicas.

IV - CONCLUSÃO

Diante do que foi aqui exposto neste estudo, fica patente a necessidade de atualização de normas, assegurando-se, assim, um ambiente sem hostilidades a essas iniciativas, e que propicie, efetivamente, um ambiente de inovação no Brasil, caminhando na mesma esteira e momento histórico de outros países.

Existe, em concreto, instrumentos jurídicos alternativos para viabilizarem esses processos de aproximação entre as universidades, especialmente públicas, o Estado e a iniciativa privada, como forma de permitir a relação de parceria para o desenvolvimento tecnológico.

Fica evidenciada a importância da inovação para o desenvolvimento nacional, onde se destaca a interação Estado-Empresa-Universidade, analisando-se "o estudo de caso – SAPIENS PARQUE S/A"..

Contudo, há problemas como a elevada burocracia, a estagnação científica dos atores públicos, quadro que merece o aprofundamento científico como forma de analisar a sua problemática e em vista do contexto internacional, aplicar soluções ao caso em estudo, além de desmistificar a inovação entre os atores públicos.

As pessoas que representam instituições de direito, e o próprio Estado como um todo, por sua vez, vem reagindo de forma ortodoxa às inovações. Mantida essa cultura e somada a outras ocorrências, as iniciativas que vêm se desenvolvendo no País, em especial no Estado de Santa Catarina, correm um elevado risco de sofrerem com embates jurídicos, trazendo consigo uma insegurança jurídica de alto nível aos seus gestores e empreendedores.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLENAND, Luiz Cláudio. Modelagem jurídica aplicada à ciência, tecnologia & inovação. Espírito Santo, 2011, Disponível em: http://www.oabes.org.br/artigos/553916/. Acesso em: out 2013.

ANPROTEC. Parques Tecnológicos no Brasil – Estudo, Análise e Proposições, 2011. Disponível em: http://www.anprotec.org.br/ArquivosDin/estudo-parques_pdf_16.pdf. Acesso em: out 2013.

BATISTA, F.F. Governo que aprende: gestão do conhecimento em organizações do Executivo Federal. Brasilia, 2004, Disponível em: <www.inei.org.br> Acesso em: out 2013.

BARBOSA, Denis Borges; BARBOSA, Ana Beatriz Nunes; MACHADO, Ana Paula; SIQUEIRA, Marcelo; TÁPIAS, Mariana Loja. Direito da Inovação, Rio de Janeiro, RJ: Lumens Júris, 2006.

BRASIL. Congresso Nacional. Poder Executivo (Org.). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/constituição/constituição. Acesso em: out 2013.

_____. Lei ordinária n. 8.666, de 21 de junho de 1993 de Licitações e Contratos da Administração Pública. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm. Acesso em: out 2013.

_____. Lei ordinária n°. 10.973, de 02 de dezembro de 2004, publicada no Diário Oficial da União, 03/12/04. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm> Acesso em: out 2013.

ISSN 1809-3957

_____. Lei ordinária n°. 11.196, de 21 de novembro de 2005, publicada no Diário Oficial da União, 22/11/2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11196.htm> Acesso em: out 2013.

BRASIL INOVAÇÃO. Taxa de Inovação Cresce, mostra pesquisa IBGE, 2011, Disponível em http://www.brasilinovacao.com.br/brain-news/noticias/taxa-de-inovacao-cresce-mostra-pesquisa-do-ibge-compra-de-maquinas-e-equipamentos-permanece-principal-forma-para-inovar/ Acesso em: out 2013.

DOS SANTOS, 2005 apud UFSC (Santa Catarina). EGC (Comp.). Introdução à Gestão do Conhecimento: Aula 1. Florianópolis: UFSC, 2011.

KOTLER, Philip; BES, Fernando Trías de. A Bíblia da Inovação: Princípios fundamentais para levar a cultura da inovação contínua à organizações. São Paulo: Texto Editores LTDA, 2011.

NICOLSKY, Roberto. Inovação na Empresa: da Imitação Criativa à Invenção. IN: Conselho Temático da Inovação e Tecnologia – CITEC, FIERGS, 2006, Porto Alegre, RS. Apresentação eletrônica. Disponível em: <http://www.protec.org.br/ arquivos/ eventos/download/FIERGSInEmpImitCriatInvencao.pdf>. Acesso em: out 2013.

TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, Ikujiro. Gestão do Conhecimento. Porto Alegre, RS: Artmed S.A., 2009.

PROTEC. Por que cidades brasileiras não estão no ranking das 100 cidades mais inovadoras? Fonte: Exame On Line – 24/10/2011. Disponível em: < http://www.protec.org.br/politicas_publicas_detalhe.php?id=19632&Por%20que%20cidades%20brasileiras%20n%E3o%20est%E3o%20no%20ranking%20das%20100%20cidades%20mais%20inovadoras> Acesso em: out 2013.

SANTOS, Marli Elizabeth Ritter. Licenciamento e comercialização de tecnologia: apresentação de casos. Mesa redonda. IV Encontro de Propriedade Intelectual e Comercialização de Tecnologia, 2001, Rio de Janeiro, RJ, anais.

UFSC. (Santa Catarina). EGC (Comp.). Introdução à Gestão do Conhecimento: Aula 1. Florianópolis: UFSC, 2011.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: A autora é a única responsável pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS PROPRIEDADES AGRÍCOLAS NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO RURAL ALTERNATIVO: O CASO DO LEITE A PASTO DA COOPERVAP

LAURA KAROLINY NOGUEIRA[1]; MOISES BALESTRO[2]; TATIANA MONTEIRO REIS[3]; MARIA JÚLIA PANTOJA[4]
1 – IESB; 2 – UnB; 3 – UnB; 4 – UnB
tatimreis@hotmail.com

***Resumo** - Esta pesquisa aborda novos conceitos, práticas e tendências que ocupam papel central no debate sobre desenvolvimento rural. O estudo em tela foi realizado em uma cooperativa localizada em Paracatu (MG) que buscou viabilizar a produção de leite dos seus pequenos produtores utilizando métodos alternativos àqueles adotados pela produção convencional. Assim, a experiência da Cooperativa aqui estudada privilegiou o processo de busca por autonomia do agricultor, evidenciado em várias partes do mundo, em detrimento das ordens dos mercados capitalistas e globalizados. Para tanto, foram integradas abordagens qualitativa e quantitativa de pesquisa. Mais especificamente, foram conduzidas entrevistas em profundidade com representantes da organização estudada, bem como desenvolvidos e aplicados questionários a uma amostra de 25 produtores. Os resultados obtidos indicaram que o Projeto Leite Pasto possibilitou aos produtores outras práticas sobre a gestão da produção e a preservação ambiental. Os resultados dessa investigação mostram também que um sistema de produção alinhado com elementos do modelo de desenvolvimento rural alternativo foram consistentes com a inclusão de pequenos produtores de leite inviáveis no sistema de produção convencional. Por fim, foi possível constatar uma maior autonomia, mais renda e bem-estar, com maior saúde do trabalhador e do animal.*

***Palavras-chave:** autonomia e desenvolvimento rural.*

I. INTRODUÇÃO

Os debates acerca das estratégias de desenvolvimento rural têm sido fundamentados em duas correntes opostas: uma que preconiza um desenvolvimento exógeno, que leva ao caminho da modernização; e, por outro lado, a que, tendo em vista o uso contínuo de uma base de recursos autorregulável, envereda para uma difusão endógena de inovações, cuja eficiência técnica certificam mais autonomia, valor agregado e empregos produtivos que comprimem as vulnerabilidades, as desigualdades e as pobrezas que a atividade agrícola dependente gesta, a fim de oferecer condições de vida mais dignas para as populações rurais.

Ao buscar as contribuições que delineiam tais pensamentos, apreende-se que a primeira, historicamente dominante, está direcionada para a produção de larga escala e tecnologicamente avançada. Porém, ao incitar o progresso de setores econômicos de alto potencial, ao mesmo tempo em que expandiu a oferta de alimentos e dos bens tecnológicos, motivou a concentração dos meios de produção, de poderes e financeiros; virtuosa dependência dos mercados; esgotamento dos recursos não renováveis; substituição de mão-de-obra; e o decréscimo populacional rural, notoriamente do agricultor familiar. No outro extremo, ao objetivar a sua sobrevivência e autonomia, encontra-se o modelo de agricultura pautado em métodos agroecológicos e em uma base de recursos interna que consentem a conservação das atividades agrícolas tradicionais. A não submissão ao mercado de fatores e produção autoriza o agricultor familiar a realizar escolhas e decidir com mais autonomia o seu próprio destino, qualificando-o para participar de forma mais ativa no processo de desenvolvimento rural.

A relevância da abordagem do Projeto Leite a Pasto, da Coopervap, encontra respaldo na tentativa de promover as alternativas de produção que possam assegurar o desenvolvimento rural produtivo, econômico e socialmente mais justo, em que a rentabilidade e a satisfação das famílias produtoras sejam capazes de converter o êxodo rural, promover a agrobiodiversidade, incentivando o aperfeiçoamento dos processos produtivos de maneira conjugada com a redução dos seus custos, e isso se faz à base de pasto e com o melhor aproveitamento dos recursos endógenos das propriedades.

Pretende-se exprimir não apenas a relação e o nível em que os agricultores estão submersos a estes processos, mas também pôr em relevo a função social da terra como meio de trabalho voltado para a produção e o abastecimento, notadamente no que concerne à agricultura familiar, garantindo a segurança alimentar e exercendo papel fundamental sobre a problemática da desigualdade social nos campos e nas cidades ou, como grifou Ploeg (2006), coadjuvar para que a agricultura volte a cumprir algumas das suas funções mais primorosas: empregar as pessoas, provisionar bons alimentos e manter a paisagem.

II. O CASO DO PROJETO LEITE A PASTO DA COOPERVAP

Sediada no décimo maior produtor de leite do estado de Minas Gerais, o município de Paracatu, a Cooperativa Agropecuária do Vale do Paracatu Ltda. foi constituída em 20 de julho de 1963, atuando, desde então, no ramo de atividade de cooperativa de produção, beneficiamento, indústria e comércio.

A Coopervap possui um quadro social composto por

ISSN 1809-3957

mais de 1.600 cooperados e 500 funcionários efetivos. Suas instalações, objetos de investimentos que vão desde a ampliação da infraestrutura até a aquisição de máquinas e equipamentos que fortalecem o sistema de gestão ambiental[1] adotado, autorizam-na a desenvolver produtos e serviços em distintos segmentos da economia de Paracatu, mas, especialmente, em harmonia com as normas dos programas de qualidade instituídas no país.

Em vigor desde julho de 2008, a tolerância da Instrução Normativa nº 51/2002 relativas aos padrões de Contagem de Células Somáticas (CCS) e unidade formadora de colônia (UFC) na produção do leite impôs mais do que novas políticas ao mercado, que passaram a remunerar pela qualidade do produto, e não mais pela quantidade, já que atingiu diretamente a estrutura da Coopervap: os pequenos produtores.

De acordo com Diretor de Negócios Leandro Botelho Neiva, a Cooperativa, mediante tais exigências, deparou-se com o seguinte dilema: sazonalidade de produção, quadro social formado majoritariamente por pequenos produtores e necessidade de enquadramento à Normativa, a qual limitou a contagem de CCS e UFC para tanque individual ou coletivo para 750.000 células/ml e 750.000 UFC/ml, respectivamente.

Largamente observado pelos responsáveis do setor de captação, a Cooperativa, até o ano de 2008, enfrentava oscilações que comprometiam a sua produção. Assim, entre os meses de junho a agosto a receptação de leite sofria drásticas quedas, enquanto que em novembro e dezembro a quantidade receptada era muito superior aos demais meses.

Essa vulnerabilidade desencadeou a política do leite de cota, vale dizer, como na seca produzia-se menos e nas águas rigorosamente mais, a cooperativa colocou em prática o pagamento do leite entregue por intercessão de cota. A sistemática dessa política é a seguinte: se o produtor, à época da seca, entregar uma média de 5.000 litros por mês e nas águas 8.000, a diferença produtiva (o leite de excesso) é irrisoriamente remunerada se confrontada com os valores pagos pelos 5.000 produzidos nos meses de seca.

Com essa medida, salienta o diretor, os cooperados voltaram-se para dois pontos: produzir mais na época da seca, uma vez que a média obtida no período representa o ponto máximo que estes poderão perceber na época das águas; e o trato para com os animais no mesmo período, mantendo-os sadio, para que nas águas a produtividade seja mantida.

Quando do início da política de cota a direção da Coopervap sensibilizou-se com a situação daqueles que compõem a base da pirâmide, em termos de números absolutos de associados, os pequenos produtores. Representantes da parcela que produz até 200 litros de leite por dia, os pequenos produtores somam pelo menos 70% do quadro social da Cooperativa. Logo, se o fim é o aumento da qualidade, da produtividade e a manutenção dos preços pagos pelo litro do leite, pela primeira vez na história da Coopervap o pequeno produtor passou a ser objeto de uma medida voltada unicamente para ele, o Projeto Leite a Pasto, Educação Continuada, que teve as suas diretrizes aprovadas em dezembro de 2008.

Nessa perspectiva, o Projeto Leite a Pasto trouxe novos conceitos aos seus produtores, mormente no que diz respeito à gestão da produção e preservação ambiental. Em função disso, os seus integrantes assumiram o compromisso de abandonar as práticas extrativistas, muitas vezes cultivadas por gerações, passando a seguir princípios simples e modernos de gestão. Contudo, nem por isso os seus saberes são deixados de lado, pois a metodologia oferecida sobre-eleva os seus conhecimentos combinados às intervenções técnicas contingentes e oportunas, em um processo constante e multiplicador de aprimoramento técnico e gerencial dos sistemas produtivos.

Premissa básica do Projeto, a produção a baixo custo pode ser alcançada se o produtor utilizar com máxima eficiência os recursos que ele possui no próprio estabelecimento, buscando o bem-estar do homem, visto que o do animal é subsequente a este. É imperioso, portanto, que o produtor quebre o próprio gesso, abrindo-se para o entendimento de que a bovinocultura do leite é um negócio, como qualquer outro e que, se bem gerenciado e negociado ele pode ir longe, afirma o Professor Benedetti.

Com o intuito de auxiliar o controle da produção, o Projeto acrescentou o caderno do produtor, instrumento pelo qual este aprende a contabilizar e verificar onde está o entrave da sua produção por meio das anotações do manejo das pastagens, do controle leiteiro mensal, do controle reprodutivo, da movimentação mensal do rebanho e do movimento de caixa geral.

Muito embora não seja uma tarefa fácil, o grande trunfo do Projeto é trabalhar o estímulo e a motivação do homem que está por trás do produtor. Por assim dizer, a palavra-chave é empoderamento, dele e da sua família, de modo que possa se apropriar do sentido do seu trabalho, produzindo cada vez melhor e com gestão.

Os objetivos e metas do projeto é modificar a rotina de baixa produtividade e contas no vermelho dos pequenos produtores da Coopervap, conforme a diretoria. Sendo assim, a aquisição de uma nova tecnologia (Leite a Pasto), consorciada à garantia de uma educação contínua assistida por técnicos e pelo Professor Benedetti, o projeto anseia tornar a atividade do leite competitiva e rentável, a fim de que seus produtores tenham uma vida mais digna. Logo, o Leite a Pasto vislumbra o crescimento dos pequenos produtores associados nas dimensões financeiras, técnica e social por intermédio da melhoria da qualidade do leite e de todas as atividades realizadas em suas propriedades.

II. PERFIL DAS PROPRIEDADES INVESTIGADAS

Administrados 100% por seus proprietários, a área ocupada pelos estabelecimentos pertencentes aos produtores do Leite a Pasto, em termos médios, é de 50,45 hectares. Quando observada em termos agregados, as informações mostram que 76% dos produtores possuem área total de até 60 hectares e 52% até 40 hectares.

Fora o leite, 96% das propriedades exercem outras atividades. Logo, de acordo com a pesquisa, as atividades desenvolvidas ratificam a preocupação para com a nutrição dos animais nos meses críticos do ano anunciadas no escopo

[1]Segundo a Coopervap, além de utilizar lenha de eucalipto licenciada pelo órgão responsável, esse sistema determina que todos os resíduos sólidos oriundos do processo de fabricação sejam reaproveitados, a exemplo da água e do soro, bem assim o tratamento de todo o efluente líquido gerado.

do Projeto Leite a Pasto. Dos 24 estabelecimentos que diversificam a sua produção, 91,66% se dedicam ao plantio de alguma lavoura para fins de produção de silagem, como é o caso do Sr. Iure Torres que, para alimentar o rebanho de 22 vacas em lactação, reserva 11 hectares da sua propriedade para as lavouras de milho e sorgo.

Quanto às instalações da propriedade, 80% confirmam ter construído e/ou reformado após aderir ao Projeto. Foi possível notar também que parte importante dos recursos percebidos após a adesão ao Projeto foi utilizada na casa do tanque de resfriamento do leite e no curral, sugerindo a concentração de esforços dos produtores para se adaptarem às exigências de qualidade constantes na Instrução Normativa nº 51/2002.

No que versa sobre as condições de vida, 80% dos produtores admitiram ter incrementado as instalações das suas moradias com os recursos financeiros advindos da participação no Projeto Leite Pasto. Assim, a exemplo do Sr. Mizael Camilo dos Santos que, construiu área (de serviço e de lazer), cozinha, despensa, quarto, além de trocar o telhado e pintar a casa, outros produtores estão melhorando gradativamente a infraestrutura dos seus lares, e declaram ambicionar mais.

Visto de outra maneira, a tentativa de expansão do conforto destinado às famílias pode ser apreendida também com a demonstração dos utensílios comprados para o lar, notadamente computador, geladeira, máquina de lavar, telefone e televisão.

III. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DO LEITE A PASTO

Eixos da busca por maior autonomia, empoderamento e desenvolvimento, a menor dependência de recursos externos e a mudança na base de recursos técnicos preconizados por Jan van der Ploeg são avaliados por meio dos usos dos insumos veterinários, alimentação e recursos endógenos da propriedade. Assim, em relação ao uso de insumos veterinários, note-se que foi observada uma redução drástica em 40% das produções e moderada em 24%, enquanto em outros 16% das produções houve aumentos moderados.

Responsável por aproximadamente 5% dos custos de produção de leite, o decréscimo no uso de produtos veterinários deve-se à conscientização da protuberância que a higiene humana e a desinfecção dos tetos antes (pré-*dipping*) e depois (pós-*dipping*) da ordenha exercem sobre a saúde animal e qualidade do leite produzido. Já em relação aos que admitem ter acrescido remédio à produção, estes argumentam que a mudança não implica, obrigatoriamente, a presença de enfermidade nos seus animais, mas sim no melhor tratamento destinado a eles. De outra forma, por não saberem tratar, os produtores, como o Sr. Nadir Torres, viam o seu rebanho adoecer e morrer. Com as orientações da assistência técnica da Coopervap, porém, vermífugos e fortificantes passaram a ser administrados no sentido preventivo, e não curativo.

Aparente contrassenso, visto que o uso de concentrado é responsável por 60% dos custos de alimentação, em geral os produtores defendem que o maior consumo de ração é reflexo direto do fato de que no passado não possuíam recursos financeiros para comprá-la e, ao fazê-lo hoje, ainda que em sob a forma de uma demanda tímida, seja por razão do período seco, seja por não terem melhorado o pasto até então, seja por razões de ordenha, estes sentem tal mudança como sendo de grande impacto.

Nessa situação encontram-se aqueles que atingiram algum nível de redução (grande diminuição, 32%; e moderada, 12%), seja por usufruir mais dos recursos pastos e silagem, seja por balizar-se em uma melhor orientação, no sentido de controle, que levou a uma melhor utilização do recurso.

No que versa sobre a demanda por volumoso/silagem, 96% responderam que houve grande aumento no componente. Quanto à área de pastagem, 72% informaram que esse componente sofreu grande aumento, enquanto os demais assumiram que esta continua inalterada. Como todos os produtores fazem silagem, emerge dessa circunstância o seguinte entendimento: se 96% dos produtores variaram vertiginosamente a procura por volumoso/silagem, entre os quais 72% relatam ter expandido a área destinada ao pasto, então no mínimo 17 produtores dedicaram-se mais à oferta de pasto para o seu rebanho leiteiro.

Outra conveniente observação trata sobre a redução da ração. Entre os 11 produtores que passaram a demandá-la menos, 73% ampliaram as áreas de pasto, vale dizer, a sua supressão foi compensada por mais pasto, o que está em plena sintonia com o debate da autonomia e da mudança da base de recursos de produção defendidos por Ploeg (2000; 2001).

Outra ação realizada por 76% dos produtores trata sobre o reaproveitamento dos recursos endógenos da propriedade. Desse modo, destaque-se o uso dos resíduos plásticos para as mais distintas reutilizações, servindo, por exemplo, como saleiros e bebedouros nas áreas de descanso das vacas, entre outros. Além disso, ressalte-se que até mesmo os dejetos animais, como o esterco e a urina, passaram a ser manejados para fins de adubação e fertilização orgânica, descartando a necessidade de qualquer elemento industrial para esse fim.

No que diz respeito à recuperação e conservação ambiental, os produtores do Leite a Pasto divulgaram baixos índices no uso de combustíveis fósseis, salvo pelo diesel. Os dados anunciam que 76% nem sequer utilizam óleo combustível/carvão mineral em suas propriedades. Quanto à energia, o seu uso foi exponencialmente aumentado, isto é, enquanto 16% não alteraram a demanda, 32% variaram-na de modo moderado e 52% de modo mais substanciado. Esse cenário se deve ao fato de que enquanto uns produtores substituíram motores movidos à gasolina por aqueles a diesel ou eletricidade, outros compraram cerca elétrica, trituradores, ordenha, tanque de resfriamento do leite, enfim, a retração no uso de energia fóssil foi mais que do compensado pelo uso de energia elétrica, menos suja e degradante ao meio ambiente.

Outro elemento que é fundamental para com a recuperação e conservação ambiental, bem como para a produção de Leite a Pasto, é a compactação do solo. Assim, apesar da maioria dos produtores (56%) ter anunciado que percebeu alguma melhoria na compactação dos solos das suas propriedades, 16% dizem que o componente ainda não sofreu alteração. A qualidade do solo sofre influência, ainda, do emprego de agrotóxicos e fertilizantes, perda de matéria

orgânica e de nutrientes, além, é claro, daquela que é o agente de efeitos deletérios ao meio ambiente e à sustentabilidade e à capacidade produtiva agrícola, a erosão.

Nessa perspectiva, os contaminantes tóxicos tiveram o seu uso arrefecido. Dos produtores entrevistados, 40% reduziram-nos em algum nível, 20% responderam nunca tê-los utilizados em seus estabelecimentos e somente um produtor acrescentou-os moderadamente à lavoura de milho.

Note-se que a maior parcela dos produtores apresentou melhora nos quesitos perda de matéria orgânica e de nutrientes. Consequência da falta de movimentação e compactação dos solos, tais arrefecimentos incidiram, ainda, na diminuição das erosões. A aquisição de cobertura vegetal adequada, a não utilização de implemento ou máquina agrícola e as curvas de níveis feitas após orientação dos técnicos do Projeto concorreram para que 28% dos produtores tenham conseguido alguma queda nos processos erosivos em seus estabelecimentos, ao mesmo tempo em que 12% mantiveram-nos inalterados e outros 4% sofreram algum aumento por razões de geografia da propriedade.

Destaque-se que os malefícios do uso de agrotóxicos e fertilizantes, bem como a erosão são comumente evidenciados em trabalhos de pesquisa, não sendo objeto de discussão nesta análise. Nem por isso se pode ocultar a importância que estes possuem para contribuir (ou não) para melhores patamares de conservação ambiental, saúde animal e do trabalhar, mas, sobremaneira, por constituir um bloqueio à autonomia e avanços sociais e ambientais preconizadas pelo modelo de desenvolvimento rural alternativo, orientado para a preservação dos ecossistemas.

A qualidade do solo é um instrumental capilar para os fins do Projeto Leite a Pasto e, não em vão, seus produtores estão se debruçando para incrementá-lo cada dia mais. Tal esforço é consorciado com a conservação da biodiversidade e a recuperação ambiental. Desse modo, em mais de 80% dos estabelecimentos houve redução nas perdas de vegetação nativa e espécies. Ademais, a pesquisa relevou que, em 88% dos casos, houve grande diminuição dos ecossistemas degradados, enquanto, em aproximadamente 48% das propriedades houve grande aumento nas áreas de preservação permanente, fomentadas por reflorestamento e por exclusão dos hábitos que desmatavam encostas e adjacências.

Os dados relativos às fontes de renda dos produtores do Leite a Pasto indicam o peso econômico e social que a atividade do leite possui. Exceto pelo caso de um produtor, em 88% das propriedades toda a produção de leite é entregue à Coopervap. Entre aqueles que usam parte do leite para a fabricação de doce e queijo, enfatize-se que os percentuais entregues são de 90% e um 95%. Ademais, a pesquisa expôs que 40% das famílias produtoras têm na atividade do leite a sua única fonte de renda; expôs, ainda, que a diversificação da renda é puxada, principalmente, pelas atividades não agrícolas, que são exercidas no beneficiamento do leite e da lavoura de frutas, além das atividades artesanais.

Quanto às melhorias nas rendas auferidas da atividade do leite, cita-se que, em termos agregados, os produtores experimentaram acréscimos médios anuais de 56,80% no primeiro ano do projeto, 57,78% no segundo e 28,17% no terceiro. Individualmente, porém, essas expansões, no período total, ultrapassam a casa dos 100% em muitos casos.

Entre as propriedades visitas, 21 produziam leite no ano de 2008, e entre elas 66,66% produziam abaixo de 100 litros por dia. Em conjunto, estas apresentavam produção média diária igual a 61,29 litros e recebiam remuneração mensal média de R$ 1.276,00. Com o projeto, 64,28% destas mesmas propriedades, ao final do ano de 2011, experimentavam desempenhos médios acima dos 100 litros por dia.

É preciso ressalvar que tais desenvolturas foram, em boa parte, alcançadas com o mesmo número de vacas em lactação (35,71% do total) ou até mesmo com um número inferior (21,42%), como é o exemplo dos produtores Divânio Nascimento e Anísio da Silva. O primeiro reduziu de 15 para 12 o número de vacas em lactação no período, e ainda assim, variou positivamente a sua produção diária em 82,35%, o que lhe conferiu uma renda superior em 110,38%, se compara ao período de 2008. O segundo, o Sr. Anísio da Silva, reduziu de 45 para 36 o número de animais e, consequentemente, beneficiou a sua produção diária em 145,56% e remuneração mensal em 190,71%.

O que agenciou todas essas conquistas? Sem dúvida a redução dos custos com remédio e ração em detrimento do melhor manejo e uso dos recursos internos da propriedade. Na avaliação do produtor Benedito Lima, que comprava remédio para mastite com frequência, os seus custos foram diminuídos em 80% e, em dois anos, ele despendeu apenas R$ 180,00 com o medicamento. Em seu depoimento, o Sr. Paulo Caldas sintetizou o ímpeto do projeto nesse sentido como sendo a transformação que o ensinou a produzir e a deixar de comprar "supérfluos".

Outra variável a ser considerada é a geração de emprego. A pesquisa revelou que 15 propriedades contratam muito mais (36% do total) ou moderadamente mais (24%), mesmo que de modo temporário, solicitam trabalhadores, normalmente, para atividades braçais – auxílio na produção da silagem. Por outro lado, em 20% das propriedades houve maior participação dos membros da família na produção, o que pela perspectiva do modelo de desenvolvimento rural alternativa em discussão, é de grande valia, haja vista que a mão de obra familiar é recurso endógeno abundantemente disponível e que, se mal empregado, pode incorrer, em última instância, êxodo rural.

Por fim, destaque-se que o poder de decisão para alocação dos recursos na propriedade para a elaboração de estratégias de produção foi assentido a partir do sentimento dos produtores envolvidos com relação à redução da dependência de insumos externos, incertezas, assim como a percepção do seu potencial produtivo. Desse modo, no que versa sobre a menor dependência dos recursos exógenos, para 28% dos produtores houve alguma melhora, enquanto para os outros 72% melhorou muito, isto é, a produção está sendo dirigida dentro do que o desenvolvimento rural alternativo preconiza, com os insumos endógenos dos estabelecimentos.

IV. CONCLUSÃO

O artigo abordou os conceitos, práticas e tendências presentes no debate desenvolvimento rural. Analisou as características dos elementos específicos que colaboram

para a manutenção dos pequenos produtores na produção de leite da Coopervap, a fim de perceber as estratégias do modelo de desenvolvimento rural alternativo e de reprodução econômico-social da agricultura familiar na região de Paracatu.

Em Paracatu, os produtores do Projeto Leite a Pasto, instalados, em sua maioria, em uma área total que não ultrapassa 40 hectares, encontraram nas mudanças de pensamento e modo de agir, na redução do uso dos insumos exógenos (medicamentos e ração, especialmente) em detrimento dos endógenos das suas propriedades (pasto, água, reaproveitamento de resíduos diversos) e na educação continuada a combinação que vingou na otimização das suas produções e das suas propriedades, em especial na recuperação e conservação dos recursos naturais, das condições intrafamiliares, assim como nas suas relações institucionais e sociais.

Diante do exposto, a ruptura com as barreiras humanas do medo e dos hábitos e costumes que colaboram para com uma produção de qualidade por intercessão do empoderamento dos produtores, conscientizando-os sobre as boas práticas de manejo, controle e emprego dos recursos internos disponíveis e/ou desenvolvimentos nos estabelecimentos é meio para chegar à "dignidade humana" pretendida pelo Projeto Leite a Pasto. Meio, pois o objetivo é a transformação do homem, e quando este sabe a razão e por que ele está fazendo (sentido do trabalho), a base é engrandecida e os direitos de cooperado são exercidos na sua plenitude.

Igualmente, quando o sistema na sua base é organizado, impulsionando o produtor, os resultados são robustos. Hoje o produtor da Coopervap está saindo da sobrevivência para o negócio, querendo saber quanto é que custa, quanto ele está ganhando e o que ele tem que fazer para melhorar. Não obstante, sua satisfação enquanto agentes promotores de um desenvolvimento rural lastreado na preservação ambiental, desenvolvimento econômico e social, é totalmente perceptível em seus sorrisos e histórias de vida.

Ao substituir o uso de medicamentos, ração e tecnologias intensivas em agroquímicos e degradadores do meio ambiente por outras mais brandas, de baixo (ou nulo) uso de insumos externos, o Projeto Leite a Pasto alcançou a melhoria social apontada por Machado (2009, p. 254), "[..] pois, em última análise, o uso da terra só se justifica quando é capaz de oferecer cidadania aos que nela trabalham". Trata-se, deste modo, de uma estratégia de desenvolvimento rural que poderia ser replicada em outras cooperativas de leite do país.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ELLIS, Frank; BIGGS, Stephen. Evolving themes in rural development 1950s-2000s. **Development Policy Review**, Oxford, v. 04, n. 19, p. 437-448, dec. 2001. Disponível em: <http://www.glopp.ch/B1/en/multimedia/B1_1_pdf3.pdf >. Acesso em: jan. 2011.

GASKELL, George. Entrevistas individuais e grupais. In: BAUER, Martin W.; GASKELL, George (Eds.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Petrópolis: Vozes, 2002.

GUADARRAMA-ZUGASTI, Carlos et al. Agroecologia y desarrollo rural em Mexico: bases agroecologicas, sistemas sostenibles y soberania alimentaria. In: SAUER, Sérgio; BALESTRO; Moisés Villamil (Orgs.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 101-140.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <http: http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: jan. 2012.

_____. **Pesquisa pecuária municipal**. IBGE, 2010b. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/>. Acesso em: jan. 2012.

MACHADO, Luiz Carlos Pinheiro. As necessidades humanas, os saberes, a utopia: a agroecologia, os cerrados e sua proteção. In: SAUER, Sérgio; BALESTRO, Moisés Villamil (Orgs.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 235-266.

PLOEG, Jan Douwe van der et al. Rural development: from pratices and policies towards theory. **Sociologia Ruralis**, Oxford, v. 40, n. 4, p. 391-408, oct. 2000. Disponível em: <http://www.ufcg.edu.br/~cedrus/downloads/schneider/rural_evelopment.pdf>. Acesso em: jan. 2011.

_____. Farming economically to revisitale agriculture. **Leisa Magazine**, jul. 2001. Disponível em: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/global/go-global-or-stay-local/farming-economically-to-revitalise-agriculture>. Acesso em: mar. 2011.

_____. O modo de produção camponês revisitado. In: SCHNEIDER, Sérgio (Org.). **A diversidade da agricultura familiar**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 15-49.

RIVERA, Antonio Sánchez Dias. The micro-region strategy in Mexico. In: **Organisation for Economic Co-operation and Development (Orgs.). New approaches to rural policy**: lessons from around the world. OECD Publishing. 2005. p. 45-47.

SCHEJTMAN, A; BERDEGUÉ, J. **Desarollo territorial rural**. Santiago: RIMISP, febrero, 2003. 54 p.

SCHMITT, Claudia. Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira. In: SAUER, Sérgio; BALESTRO, Moisés Villamil (Orgs.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 177-203.

SCHNEIDER, Sérgio. A abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 6, n. 11, p. 88-1251, jan./jun., 2004.

SIMAN, Renildes Fortunato et al. A economia institucional: em busca de uma teoria do desenvolvimento rural. **Perspectiva econômica**, v. 2, n. 2, p. 37-55, jul./dez. 2006.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

O PLANEJAMENTO URBANO E A NECESSIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA: uma abordagem sobre os municípios de Camboriú, Balneário Camboriú, Itajaí e Itapema – SC

GILMAR BOLSI[1]
[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Camboriú/SC
E-mail: gilmar@ifc-camboriu.edu.br

Resumo – O artigo aborda o instituto da regularização fundiária urbana como um processo de melhoria da organização das cidades e a garantia do direito à moradia. A "regularização fundiária urbana" é um instrumento disponível na legislação brasileira que possibilita a legalização de assentamentos urbanos irregulares. Foram adotados para análise quatro municípios situados no litoral norte de Santa Catarina. Isso porque ocorreu na região do estudo um rápido desenvolvimento econômico e a proliferação de grandes investimentos imobiliários de alto padrão, voltados ao turismo, bem como um acelerado crescimento populacional. A grande demanda de imóveis em curto período promoveu um aumento geral no valor dos imóveis, acelerando o surgimento de assentamentos urbanos irregulares. Nessa perspectiva, buscou-se inicialmente analisar como se dá a regularização fundiária urbana, demonstrando os aspectos conceituais, os procedimentos administrativos e a importância desse instituto na implementação do planejamento urbano. Num segundo momento, foi feito um levantamento documental nos municípios do estudo, mapeando se estes possuem legislação específica com vistas à utilização da regularização fundiária urbana como uma ferramenta de implementação do planejamento urbano.

Palavras-chave: crescimento das cidades; planejamento urbano; direito à moradia; regularização fundiária urbana; assentamentos urbanos irregulares.

I. INTRODUÇÃO

O estudo aborda a necessidade de implementação de políticas públicas de regularização fundiária urbana nos municípios brasileiros como um processo de melhoria da organização das cidades e a garantia do direito à moradia.

O tema tem grande relevância no contexto do planejamento urbano para o crescimento organizado das cidades e do direito à moradia. É relevante ainda sob a ótica ambiental, pois a expansão urbana e o *deficit* habitacional não podem colocar em risco o meio ambiente com ocupação irregular de áreas.

A construção das cidades brasileiras, historicamente, se deu de forma desordenada, sem qualquer planejamento urbano, tendo muitas vezes ocorrido em locais inadequados para moradia, ocupando áreas de preservação ambiental e áreas consideradas de risco.

Os dados do Ministério das Cidades de 2009, segundo BAZOLI (2012), apontam um quadro fundiário caótico quanto ao número de famílias de baixa renda vivendo em domicílios irregulares e com inadequações de infraestrutura básica. De acordo com o autor, cerca de 5,5 milhões de pessoas não possuem moradia e cerca de 13 milhões são de domicílios irregulares, equivalentes a 44% do total dos domicílios do país.

O que se observa é que o planejamento urbano não acompanhou o rápido crescimento das cidades. Atualmente, segundo o IBGE (2010), o Brasil possui 84,35% da população vivendo na área urbana.

Como consequência desse crescimento, o que se verifica é um significativo percentual de habitações urbanas sendo construídas à margem da legislação. No entendimento de NALINI (2014, p. 6), a ocupação irregular se deu tanto em áreas públicas, quanto particulares e de preservação ambiental. É frequente o surgimento de loteamentos irregulares e clandestinos.

Visando sanar esses problemas surgiu a Lei 11.977/2009, regulamentando um dos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade, que é a regularização fundiária. O instituto denominado "regularização fundiária urbana" é um instrumento disponível na legislação brasileira que possibilita a legalização de assentamentos urbanos irregulares.

Nesse contexto, o estudo buscou analisar a utilização desse instrumento urbanístico nos municípios de Camboriú, Balneário Camboriú, Itajaí e Itapema. Foram adotados para análise quatro municípios situados no litoral norte de Santa Catarina, em razão da constatação do rápido crescimento populacional na região, ocasionado pela oferta de emprego na construção civil e grande variedade de serviços proporcionados pelo turismo, especialmente nos municípios de Balneário Camboriú e Camboriú, bem como pela atividade portuária em Itajaí.

Na primeira fase do estudo, efetuou-se uma análise da evolução legislativa, dos aspectos doutrinários sobre o direito à moradia e da possibilidade de utilização dos instrumentos urbanísticos, partindo da Constituição Federal, do Estatuto da Cidade e, especialmente, da Lei 11.977/2009. Abordou-se ainda a importância econômica dos municípios

ISSN 1809-3957

na região e o crescimento do mercado imobiliário. Como contraponto, constatou-se a insuficiência de políticas voltadas à habitação social, acentuando-se o crescimento desordenado e sem planejamento adequado. Por fim, buscou-se analisar se os municípios pesquisados possuem legislação específica regulamentando a implementação da regularização fundiária urbana.

II. PROCEDIMENTOS

O estudo proposto caracteriza-se, quanto aos seus objetivos, como pesquisa exploratória. A região definida no estudo teve como motivação a preponderância de atuação do município-sede do Instituto Federal Catarinense – Camboriú.

Quantos aos procedimentos de coleta de dados, o estudo envolveu a realização de pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. A pesquisa bibliográfica foi realizada tendo como fontes a legislação municipal e federal sobre o tema, livros, revistas especializadas e artigos publicados em meios digitais, para a construção da fundamentação teórica.

A pesquisa documental buscou o levantamento da legislação dos municípios objeto do estudo, tais como o Plano Diretor e se há legislação específica regulamentando programas de regularização fundiária. Para o tratamento e a análise descritiva dos dados adotou-se a forma qualitativa. Nesse sentido, a interpretação dos dados levou em consideração as informações obtidas nos municípios pesquisados e o marco teórico construído por meio da pesquisa bibliográfica.

III. A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA COMO INSTRUMENTO DO DIREITO À MORADIA

A discussão sobre direito à moradia encontra fundamentação em vários pactos internacionais e na Declaração Fundamental dos Direitos Humanos de 1948. A importância da moradia tem levado a comunidade internacional a reconhecê-la como um direito humano fundamental. Há cada vez mais um reconhecimento dos Estados de que a habitação adequada é um direito dos indivíduos e grupos para que possam viver dignamente (OSÓRIO, 2014).

Verifica-se que a questão habitacional depende essencialmente da política urbana adotada pelo poder público, que se efetiva pelo planejamento urbano dos entes federativos. Afirma MELO (2010, p. 169) que as leis urbanísticas voltam-se aos interesses de poucos e não reservam espaços aos pobres nas cidades, predominando o interesse do mercado imobiliário.

Verifica-se então a responsabilidade do poder público, especialmente na esfera municipal, pelo processo de desenvolvimento urbano informal.

No que se refere à normatização sobre o tema, tomou-se como ponto de partida a Constituição Federal de 1988, que em seu artigo 182 conferiu grande parte da responsabilidade aos municípios pela questão do planejamento urbano. Dispõe a Constituição que a política de desenvolvimento urbano tem como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

Após 12 anos de vigência da Constituição, foi promulgada a Emenda Constitucional 26, no ano 2000, inserindo o direito à moradia no rol dos direitos sociais. A partir daí, surge uma progressiva normatização e criação de políticas visando à proteção especial na questão da moradia. Segundo SILVA (2000, p. 317), a compreensão do direito à moradia como direito social, inserido expressamente na Constituição, se equipara aos princípios fundamentais da dignidade da pessoa humana, assim como o direito à intimidade e à privacidade.

A questão do direito à moradia ganhou impulso com a promulgação do Estatuto da Cidade – Lei 10.257/2001, que regulamentou o artigo 182 da Constituição Federal. O Estatuto foi um marco legislativo na questão do planejamento urbano que, dentre as políticas instituídas, criou inúmeros instrumentos jurídicos possibilitando aos municípios a implementação de ações específicas para a estruturação das áreas habitadas irregularmente. Segundo BARROS (2014, p. 91), o Estatuto da Cidade consolidou uma ordem urbanística mais justa, includente e democrática para as cidades brasileiras.

No entendimento de MELO (2010, p. 75), o objetivo do Estatuto da Cidade é implementar a política urbana traçada pela Constituição, por meio de ações desenvolvidas pelo poder público em cooperação com a iniciativa privada e da sociedade civil. Afirma o autor que tais políticas devem atender ao interesse social, de forma que promova o desenvolvimento da cidade e da moradia adequada. O Estatuto possibilita ainda a utilização de instrumentos e institutos, de natureza pública e privada, que propiciam à administração pública a adoção de medidas para legalizar situações irregulares já consolidadas.

A constatação da existência de assentamentos urbanos irregulares, sem estrutura adequada e muitas vezes ocupando locais de preservação ambiental ou de risco, exige do poder público o desenvolvimento de políticas públicas capazes de minimizar o problema dos moradores dessas áreas. Essas medidas são proporcionadas com a aplicação de mecanismos jurídicos que possibilitam a legalização de assentamentos irregulares, antes não admitidas pela lei de parcelamento do solo urbano.

Nessa perspectiva, dando efetividade ao instituto da regularização fundiária previsto no Estatuto da Cidade, em 2009 surgiu a Lei 11.977 que dispôs sobre a regularização fundiária de assentamentos urbanos. No artigo 46, a lei trouxe um completo conceito desse instrumento urbanístico, definindo-o como um *"conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais que visam à regularização de assentamentos irregulares e à titulação de seus ocupantes, de modo a garantir o direito social à moradia, o pleno desenvolvimento das funções sociais da propriedade urbana e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado".*

Assim, o instituto da regularização fundiária tem por objeto não apenas a questão da legalização da moradia, mas de um conjunto de medidas decorrentes do planejamento urbano. A regularização fundiária possibilita ao poder público o fornecimento de infraestrutura básica, equipamentos urbanos, a preservação ambiental, bem como garante a função social ao facilitar a concessão do registro da propriedade aos posseiros consolidados.

Extrai-se da Cartilha de Regularização Fundiária Urbana do Ministério das Cidades (2010, p. 16) que, dentre os mecanismos previstos para viabilizar a regularização fundiária, a lei deu maior ênfase à regularização de interesse social, com o objetivo de facilitar e agilizar a concretização do direito à moradia, tais como o auto de demarcação urbanística, a legitimação de posse e a regularização fundiária em Áreas de Preservação Permanente – APPs. A

ISSN 1809-3957

lei previu ainda medidas de efetivação dos instrumentos no registro de imóveis, consolidando a propriedade ao posseiro do imóvel.

A Regularização Fundiária, de acordo com PAIVA (2012, p. 10), proporciona a consolidação da propriedade àquele que detém a posse prolongada. O procedimento ocorre a partir da averbação no registro de imóveis do "auto de demarcação urbanística" e pela concessão de um título de posse, chamado de "legitimação de posse", ambos elaborados pelo município, o qual, transcorrido o prazo da usucapião, será convertido em título de propriedade, por ato do oficial do Registro de Imóveis.

No entendimento de FAKASSAWA (2013, p. 43), a Administração Pública tem o dever de regularizar, não se trata de mera faculdade. Isso decorre da responsabilidade do poder público de manter o desenvolvimento urbano pleno e sustentado. Segundo o autor, muitas dificuldades na implementação dos loteamentos foram impostas pelos próprios municípios, com leis inadequadas ou com burocracias desnecessárias. Isso incentivou, muitas vezes, que os loteadores adotassem o caminho da clandestinidade. Esse fato se comprova em razão de que frequentemente os municípios são condenados, como responsáveis subsidiários, para assumirem a conclusão de loteamentos não concluídos por particulares.

IV. CRESCIMENTO DAS CIDADES E A DEFICIENTE POLÍTICA FUNDIÁRIA

Os municípios em estudo encontram-se no litoral norte de Santa Catarina, a cerca de 70 km da capital do estado. A região é denominada Foz do Rio Itajaí, sendo que as cidades, pela sua proximidade, na prática, formam um conglomerado urbano.

Segundo o IBGE (2014), a população da região pesquisada no ano de 2000 era de 288.273 habitantes, sendo estimado para 2014 um total de 453.391 habitantes, o que significa um crescimento populacional de em torno de 57%. O quadro a seguir aponta essa evolução desse crescimento populacional por cidade na região pesquisada.

Quadro 1 - População dos municípios

Cidade	População em 2000	População em 2010	População em 2014
Balneário Camboriú	73.455	108.089	124.557
Camboriú	41.445	62.361	72.261
Itajaí	147.494	183.373	201.557
Itapema	25.869	45.794	55.016
Total	288.273	399.620	453.391

Quadro elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br.

Constata-se o crescimento populacional em todas as cidades, destacando-se o município de Itapema, que teve aumento superior a 100%.

Esse crescimento se dá pela farta oferta de emprego na região e pela qualidade de vida diferenciada oferecida pelas cidades litorâneas do estado de Santa Catarina. Esses fatores têm atraído pessoas de várias regiões do país, não só para turismo, mas também empreendedores e trabalhadores. Destaca-se ainda o fato da grande migração de aposentados que procuram cidades com praias para viver.

Constata-se, na região, um grande crescimento do mercado imobiliário, destacando-se as edificações pela sua qualidade, antes pouco verificadas nas cidades turísticas. Afirma BRUNING (2013) que Balneário Camboriú teve uma explosão no mercado imobiliário de alto padrão. Aponta o autor que o poder público municipal autorizou mais de sete milhões de metros quadrados na construção civil e, segundo o Sindicato da Indústria da Construção, o município possui o metro quadrado entre os mais caros do país. Isso significou, segundo o autor, investimentos na ordem de R$ 10 bilhões em apenas cinco anos.

Conforme constatado pela revista Exame (2013), ao analisar o cenário econômico e a contribuição das pequenas cidades na geração de emprego e renda, Balneário Camboriú e Itajaí estão entre as cinco principais cidades médias que puxaram o desenvolvimento da Região Sul do país. Segundo a revista, Itajaí obteve grande crescimento com as atividades do porto de Itajaí, sendo que, em 2010, o complexo movimentou 954.000 TEU (unidade internacional equivalente a um contêiner de 20 pés), ficando atrás apenas do porto de Santos.

Esse crescimento acelerado é detectado também nos municípios de Itapema, que se destaca também pelo turismo e pelo crescimento do mercado imobiliário de alto padrão, e Camboriú, que tem sua economia totalmente integrada com Balneário Camboriú, absorvendo todos os seus reflexos.

Constata-se que os investimentos imobiliários de alto padrão ocorrem em todos os municípios pesquisados. As grandes empresas do mercado imobiliário vêm arrematando os estoques de terras disponíveis, encarecendo cada vez mais o preço dos lotes para moradia e unidades habitacionais. Surge um contraste evidente entre as edificações priorizadas pelo setor imobiliário e as habitações destinadas à maioria dos moradores das cidades.

É sabido que o mercado imobiliário não é uma fonte de emprego permanente, mantendo-se enquanto há demanda nesse setor. Há uma tendência de estabilização no crescimento imobiliário da região. Sendo assim, tendo o emprego sustentado em um setor temporário, a situação habitacional periférica poderá agravar-se rapidamente.

Esse rápido crescimento, econômico e populacional, não vem acompanhado de um planejamento urbano adequado por parte do poder público. A infraestrutura urbana não é ofertada na mesma velocidade, provocando um crescimento desordenado das cidades. É notória a proliferação de assentamentos em locais não adequados e com pouca infraestrutura e equipamentos urbanos, fator este bem conhecido das grandes cidades brasileiras.

Depara-se com o fato de que os municípios pesquisados não possuem uma política efetiva de programas habitacionais, limitando-se basicamente a parcerias com financiamentos públicos habitacionais do Governo Federal. Essa situação faz com que, muitas vezes, a única opção daqueles que não podem adquirir imóvel no preço praticado pelo mercado, seja a ocupação irregular de áreas de preservação e de áreas de risco.

Essas áreas de ocupação irregular podem ser verificadas através do estudo realizado pela Prefeitura de Itajaí denominado "Diagnóstico Habitacional: Plano Local de Habitação de Interesse Social do Município de Itajaí" (ITAJAÍ, 2011); do apêndice "C" da Lei Complementar 55/2013 de Camboriú, denominado de "Mapa da Estratégia de Estruturação Urbana e de habitação" (CAMBORIÚ, 2013), em que indica quais áreas são passíveis de regularização fundiária; bem como, segundo GUERREIRO FILHO (2012), da análise da situação do Loteamento Jardim Praiamar no município de Itapema.

ISSN 1809-3957

Segundo levantamento sobre a realidade habitacional na região pesquisada, dados disponibilizados pelos próprios municípios, constata-se que há um grande número de assentamentos urbanos ocupados irregularmente e que necessitam ser objeto de intervenção com programas de regularização, tanto para o fornecimento de infraestrutura, equipamentos urbanos, como para possibilitar a propriedade àqueles que detêm posse antiga.

Considerando a clara necessidade de uma política de regularização nos municípios pesquisados, o estudo realizou uma análise específica na legislação municipal, buscando identificar se estes possuem regulamentação sobre Regularização Fundiária Urbana, especialmente sobre a regularização de assentamentos prevista na Lei 11.977/2009. Para tanto, verificou-se se essa previsão é contemplada no Plano Diretor de cada município e se tais entes federados possuem regulamentação própria sobre a matéria prevista na Lei Federal.

Quadro 2 - Análise das leis municipais dos municípios pesquisados

Municípios	Regularização fundiária prevista no Plano Diretor	Regularização fundiária com base na lei federal 11.977/2009
Itajaí	LC 94/2006 – Institui o Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial de Itajaí (Capítulo IV – Seção III – Dos instrumentos de regularização fundiária)	Lei 5756/2011 – Institui o Programa de Regularização Fundiária no município de Itajaí
Camboriú	LC 55/2013 – Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú (Capítulo IV – Da estratégia de habitação e regularização fundiária)	Ausência de lei específica
Balneário Camboriú	Lei 2686/2006 – Dispõe sobre o Plano Diretor de Balneário Camboriú (Capítulo III – do Título III – Da política de desenvolvimento social – Seção VII – Da habitação e regulamentação fundiária)	Ausência de lei específica
Itapema	LC 07/2002 – Institui o Plano Diretor de Itapema. - Ausência de disposições sobre regularização fundiária.	Lei 2885/2010 – Institui o Programa de Regularização Fundiária e Assentamentos Urbanos

Quadro elaborado com base na legislação municipal. Disponível em: www.leismunicipais.com.br.

A partir da análise da legislação, verificou-se que os municípios de Itajaí, Camboriú e Balneário Camboriú possuem previsão no Plano Diretor sobre a regularização fundiária, exceto o município de Itapema, que não apresenta previsão sobre a matéria.

Dos três municípios referidos, constata-se no Plano Diretor uma tímida previsão de instrumentos que viabilizem a regularização de áreas irregulares, evidenciando-se a necessidade de atualização dessas leis. Contudo, destaca-se o recente Plano Diretor do município de Camboriú, que no apêndice "C" instituiu um "mapa da estratégia da regularização urbana – habitação e regularização fundiária", identificando as áreas a serem regularizadas.

Quanto a legislação específica sobre a matéria, apenas dois municípios, Itajaí e Itapema, possuem lei dispondo sobre a regularização fundiária com base na Lei Federal 11.977/2009.

Portanto, a regularização fundiária pode ser um instrumento importante de implementação do direito à moradia previsto na Constituição Federal, pois regularizar pressupõe ir além da concessão do título de propriedade ao posseiro consolidado, mas sim a adoção de uma política de organização da cidade, com instalação de infraestrutura, equipamentos públicos e a adoção de soluções para o meio ambiente.

Constata-se que a expansão do perímetro urbano das cidades estudadas não é efetuada de forma planejada, pois não atende aos interesses de todos os cidadãos, contemplando especialmente os interesses do mercado imobiliário. É oportuno destacar que a reserva de áreas para habitação social é uma exigência legal prevista no artigo 42 "b" do Estatuto da Cidade.

O planejamento urbano fica mais evidenciado nos municípios pesquisados nas áreas de desenvolvimento econômico, especialmente no que se refere à construção civil para o turismo. Constata-se que o planejamento tem especial atenção aos espaços habitacionais não acessíveis à maioria da população.

Diante desse cenário, não havendo intervenção do poder público, a curto prazo, no planejamento habitacional e de regularização fundiária das áreas irregulares, não resta dúvida de que se está seguindo o mesmo modelo dos grandes centros urbanos, com a exclusão de grande parcela da população do direito à cidade.

V. CONCLUSÃO

O estudo demonstrou, com base na doutrina e legislação, que a regularização de assentamentos irregulares tem como fundamento o direito constitucional à moradia. Dispõe a legislação que o planejamento urbano e a tomada de medidas para a regularização fundiária urbana são de competência dos municípios. É destes a responsabilidade de adotar políticas públicas capazes de minimizar o problema dos moradores em assentamento irregulares.

Constatou-se a criação de inúmeros instrumentos na legislação, especialmente com o surgimento do Estatuto da Cidade e da Lei 11977/2009, proporcionando mecanismos que possibilitam ao poder público municipal a regularização de áreas ilegais e o fornecimento de infraestrutura básica e de equipamentos urbanos, além de possibilitar o registro da propriedade aos posseiros consolidados em áreas particulares.

Constatou-se nos municípios pesquisados que ocorreu na região um rápido desenvolvimento econômico e a proliferação de grandes investimentos imobiliários de alto padrão, voltados ao turismo, bem como um acelerado crescimento populacional. A grande demanda de imóveis em curto período promoveu um aumento geral no valor dos imóveis, acelerando o surgimento de assentamentos urbanos irregulares.

Quanto à legislação dos municípios pesquisados, identificou-se que apenas três deles possuem previsão sobre regularização fundiária no Plano Diretor. E que, após a promulgação da lei Federal 11.977/2009, que possibilita a

ISSN 1809-3957

regularização fundiária urbana, apenas dois municípios regulamentaram essa matéria no âmbito municipal. Mesmo não sendo essa regulamentação obrigatória, sem lei municipal, a ação administrativa fica limitada às disposições da lei federal.

Esse fato evidencia que os municípios pesquisados não adotam a regularização como uma política pública e instrumento de planejamento urbano, o que beneficiaria toda a coletividade, mas sim como um problema específico do ponto de vista habitacional. Isso é evidenciado pelo fato de as atribuições administrativas na tomada de ações referentes à regularização, previstas nas leis municipais analisadas, recaírem sobre as Secretarias de Habitação, excluindo dessa atribuição a Secretarias de Planejamento Urbano.

Portanto, sendo a moradia um direito fundamental previsto na Constituição Federal, a regularização fundiária urbana deve ser um instrumento urbanístico a ser utilizado pelos municípios para a efetivação desse direito. A regularização não é uma faculdade dos municípios, mas sim uma obrigação, pois estes devem formular as políticas de planejamento urbano e de desenvolvimento das cidades.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, Felipe Maciel Pinheiro. **Regularização fundiária & direito à moradia: instrumentos jurídicos e o papel dos municípios**. Curitiba. Ed. Juruá. 2014.

BAZOLLI, João Aparecido. **Os dez anos da vigência do Estatuto da Cidade no processo dialético da práxis da regularização fundiária urbana**. Jus Navigandi, Teresina, 2012. Disponível em: http://www.jus.com.br.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br.

BRASIL. Lei 10.257 de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br.

BRASIL. Lei 11.977 de 2009. **Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br.

BRUNING, Marco Tulio, 2014. "**Por que os prédios estão ficando tão altos e caros em Balneário Camboriú"**. Google analytics. Disponível em: http://www.ndonline.com.br/florianopolis/noticias. Acesso em: 26 de set. 2014.

CAMBORIÚ. **Lei Complementar 55/2013 – Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú**. Disponível em: http://www.leismunicipais.com.br.

EXAME. Disponível em http://exame.abril.com.br/revista-voce-sa/noticias/a-forca-das-cidades-medias-2.

IBGE. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.

ITAJAÍ. DIAGNÓSTICO HABITACIONAL: Plano Local de Habitação de Interesse Social de Itajaí. Disponível em: http://*www.**itajai**.sc.gov.br/download.*

FAKASSAWA, Fernando. **Regularização fundiária urbana: Lei 11.977/2009**. São Paulo: Ed. Saraiva. 2013.

GUEREIRO FILHO, Evaldo José. **A regularização fundiária no loteamento Praiamar: Mecanismos e possibilidades**. Disponível em: http://www.ambitojuridico.com.br.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

IBGE. http://www.censo.ibge.gov.br.

ITAJAÍ. **Diagnóstico Habitacional: Plano Local de Habitação de Interesse Social do Município de Itajaí**. Terra Arquitetura e Planejamento Ltda. 2011.

MELO, Lígia. **Direito à moradia no Brasil: política urbana e acesso por meio de regularização fundiária.** Belo Horizonte: Ed. Fórum, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Regularização fundiária urbana: como aplicar a Lei 11.977/2009. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação e Secretaria Nacional de Direitos Urbanos**. Brasília. 2010.

NALINI, José Renato. **Perspectivas da Regularização Fundiária**, in. Regularização Fundiária (Coordenadores José Renato Nalini e Wilson Levy). RJ. Forense, 2014.

OSÓRIO, Letícia Marques. **Direito à Moradia como Direito humano. In. Direito à Moradia Adequada: o que é, para quem serve, como defender e efetivar. Coordenadores: Edésio Fernandes, Betânia Alfonsin**. Belo Horizonte: Ed. Fórum, 2014.

PAIVA, João Pedro Lamana. **Regularização Fundiária de Interesse Social.** Coleção Cadernos IRIB, 1ª ed., São Paulo, 2012.

SILVA, José Afonso da. **Curso de Direito Constitucional Positivo.** São Paulo: Ed. Malheiros, 2001.

_____. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 6. ed., Malheiros Editores, São Paulo, 2010.

SOUZA, Sergio Iglésias Nunes de. **Direito à moradia e de habitação: análise comparativa e seu aspecto teórioco e prático com os direitos da personalidade**. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2013.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O autor é o único responsável pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

PAISAGEM PROTEGIDA: PROTEÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EM ÁREAS URBANAS

ALMEIDA, PAULO FERNANDES DE[1]; HARDT, LETÍCIA PERET ANTUNES[1]; HARDT, CARLOS[1]; SOUZA, MARIANA CAZÉ DE[1]
1 – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA (PPGTU) DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ (PUCPR)
paulofa2008@gmail.com

Resumo** – De acordo com o previsto no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), as áreas naturais de proteção integral são destinadas à conservação de ecossistemas sem alterações humanas, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos renováveis, enquanto as de uso sustentável são voltadas à exploração do ambiente visando à perenidade dos bens naturais e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. Quando situadas no meio urbano, essas tipologias de espaços assumem condições específicas e devem ser submetidas a procedimentos diferenciados de salvaguarda, com manutenção das suas funções de atendimento à população sem o comprometimento da sua qualidade ambiental. Frente à essa conjuntura, o objetivo geral do presente trabalho, tendo o município de Curitiba, Paraná, como estudo de caso, consiste em analisar a percepção dos agentes de proteção e fiscalização em relação às unidades de conservação municipais, estruturando subsídios para o processo democrático de gestão. A investigação foi realizada com estrutura metodológica múltipla. O diagnóstico efetuado revela relativa disparidade entre o processo perceptual dos guardas e as diretrizes de gerenciamento desses espaços na capital paranaense. Comprova-se, também, que esses agentes não entendem os reais significados de unidades de conservação, bem como de seus grupos, categorias e planos de manejo, nem tampouco o zoneamento das áreas onde atuam. Portanto, tornam-se incapazes de realizar, de forma satisfatória, suas funções de proteção e fiscalização.

Palavras-chave:** Gestão. Áreas naturais protegidas. Análise perceptual. Guardas municipais. Curitiba, Paraná.

I. INTRODUÇÃO

As preocupações com a preservação da natureza evoluíram em todo o mundo, promovendo a criação de distintos tipos de unidades de conservação e suas respectivas categorias de manejo em virtude da existência de metas diversas de proteção ambiental. Nesse sentido, Hardt e Hardt (2007) afirmam que, comumente, essas áreas são apontadas como relevantes componentes para a busca da sustentabilidade urbana, sendo sua instituição prevista no Estatuto da Cidade (Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – BRASIL, 2001). Assim, é inegável o avanço alcançado pelos dispositivos legais brasileiros, que deixaram de apenas recomendar práticas de participação para exigi-las em várias instâncias.

Os planos de manejo são os principais documentos de gestão das unidades de conservação, sendo interpretados como instrumentos de planejamento norteadores das atividades que subsidiam os órgãos gestores no delineamento das ações a serem desenvolvidas em cada categoria. Scardua (2007) lembra que tais documentos técnicos são previstos na própria Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC – BRASIL, 2000). Com fundamento nos objetivos gerais de cada unidade, nesses planos são estabelecidos o seu zoneamento e as normas que devem presidir os usos da área e o manejo dos seus recursos naturais, bem como a implantação das estruturas físicas necessárias à sua gestão.

Embora as unidades de conservação representem importante instrumento para a conservação ambiental em todo o mundo, a implantação efetiva e o gerenciamento de muitas dessas áreas não atendem adequadamente as suas funções conservacionistas (SOUZA, 2010).

Segundo consta na Lei Federal Nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000), tais áreas protegidas podem ser classificadas como de proteção integral ou de uso sustentável. As primeiras se relacionam com a "manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais" (BRASIL, 2000, Artigo 2º; Inciso VI), enquanto as segundas se referem à "exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável" (BRASIL, 2000, Artigo 2º, Inciso XI). Entretanto, tais diferenças não são claramente percebidas pelos usuários; em algumas situações, a sua própria paisagem e o seu processo de gestão também não revelam essas condições (ALMEIDA, 2011).

Em 2011, foram executados trabalhos de pesquisa no Parque Natural Municipal Barigui e no Jardim Botânico de Curitiba, Paraná (ALMEIDA, 2011; BORTOLI, 2011), sendo aplicados 225 e 220 questionários, respectivamente, para a análise perceptual dos usuários dessas áreas. Nesses estudos, foram, inclusive, desenvolvidos mapas mentais, que, conforme Lynch (2011), visam à identificação da

ISSN 1809-3957

imagem mentalizada por cada respondente em relação aos locais visitados, fundamentando, assim, o diagnóstico dos componentes que os visitantes consideram mais importantes na paisagem desses espaços verdes. A análise dos dados mostrou que os entrevistados tenderam a dar maior valor aos locais e equipamentos que efetivamente utilizavam; neste contexto, as zonas de uso intensivo e de uso extensivo lhes pareceram mais importantes que a zona primitiva, apesar desta ser justamente a destinada essencialmente à proteção da natureza. A quase totalidade dos respondentes demonstrou não reconhecer o significado de unidades de conservação de proteção integral ou de uso sustentável.

Informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Curitiba (SMMA, 2014) atestam que a preservação das áreas verdes é um dos mais importantes instrumentos da política municipal de meio ambiente e que o lazer, ainda que essencial aos desgastes da vida urbana, não é a finalidade primordial de boa parte das suas áreas naturais protegidas. No entanto, é necessário que aqueles que representam o poder público detenham certos conhecimentos acerca de unidades de conservação.

Os guardas municipais de Curitiba – agentes responsáveis pela proteção e fiscalização das unidades de conservação – ao realizarem o trabalho de forma ininterrupta, contando com bases bem identificadas, tornaram-se também a principal figura na busca de esclarecimentos por parte dos usuários. Diante do exposto, levanta-se a seguinte questão: os representantes da Guarda Municipal conhecem suficientemente as especificidades relacionadas às unidades de conservação?

Freire (1999) afirma que a primeira condição para que um ser possa exercer um ato comprometido é a sua capacidade de atuar e refletir. É exatamente esta habilidade de operar e de transformar a realidade de acordo com finalidades propostas, à qual está associada sua aptidão à reflexão, que o torna um ser de práxis. Quanto mais se capacita um profissional, sistematizando suas experiências e valorizando seu patrimônio cultural, que é de todos e ao qual cada um deve servir, mais aumenta a sua responsabilidade. Não pode, portanto, ser burocratizado o seu compromisso técnico e social, servindo, numa inversão dolosa de valores, mais aos meios que aos fins.

Face a esses pressupostos, o objetivo geral do presente trabalho, tendo o município de Curitiba, Paraná, como estudo de caso, consiste em analisar a percepção dos agentes de proteção e fiscalização em relação às unidades de conservação municipais, estruturando subsídios para o processo democrático de gestão.

II. PROCEDIMENTOS

O trabalho foi estruturado em sistema definido por Gil (2002) como multimétodos, incluindo procedimentos exploratórios – pesquisas bibliográfica, documental e de campo, inclusive com aplicação de questionários – e analíticos – interpretação dos resultados e discussão.

À semelhança dos estudos anteriormente especificados, foi executado na capital paranaense (Figura 1), que, de acordo com dados da SMMA (2014), compreende 41 unidades de conservação, sendo 22 parques, 1 jardim botânico e 18 bosques, totalizando 20.216.086 m² de áreas naturais protegidas.

Como espaços específicos de análise (Figura 2), foram selecionados o Parque Natural Municipal Barigui (de proteção integral) e o Jardim Botânico de Curitiba (de uso sustentável).

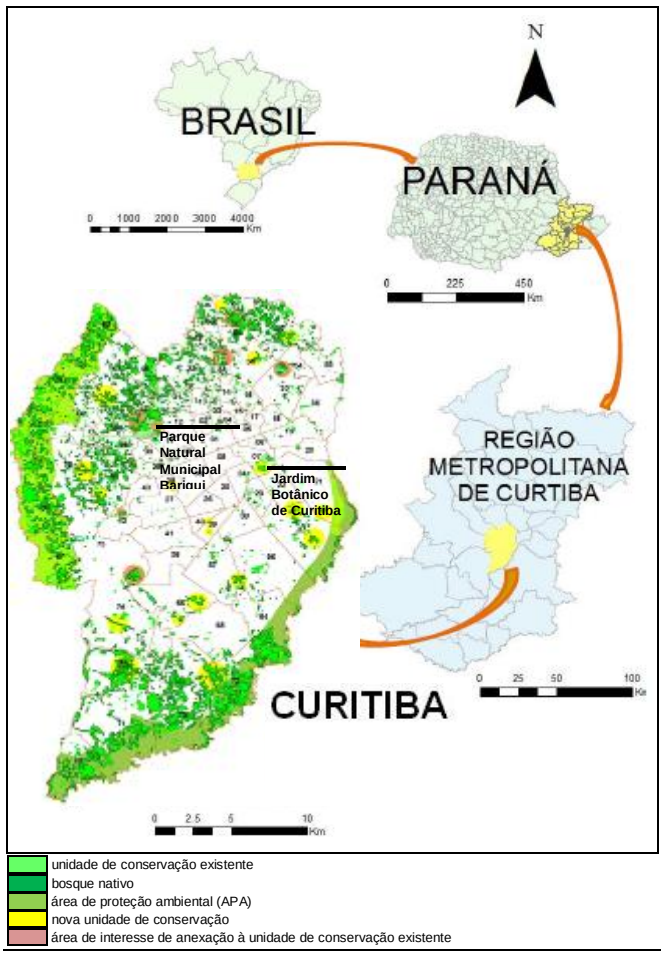


Figura 1 – Mapas de áreas verdes e unidades de conservação em Curitiba e de localização do município na região metropolitana, no estado e no país
Fonte: Adaptada de IBGE (2014), IPPUC (2013) e SMMA (2014).

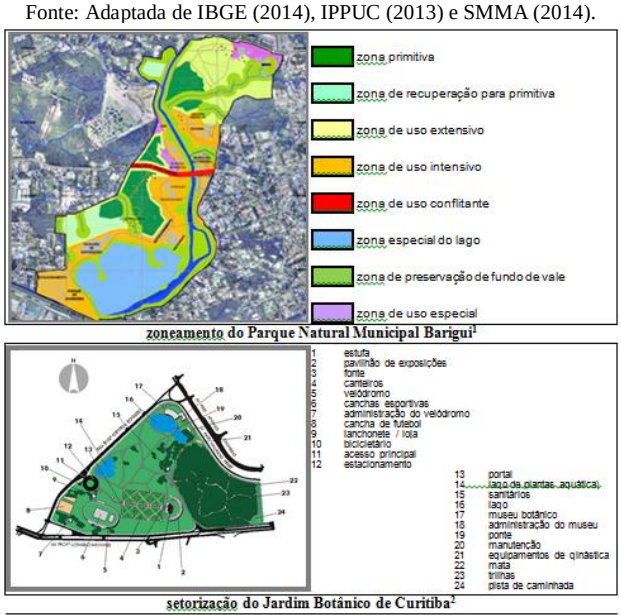


Figura 2 – Croquis de zoneamento do Parque Natural Municipal Barigui e de setorização do Jardim Botânico de Curitiba
Fonte: Elaborada com base em ¹ = ECOTÉCNICA (2007) e ² = SMMA (2014).

ISSN 1809-3957

De acordo com Araujo (2007) e Souza (2010), o primeiro é o maior e o mais visitado parque curitibano, enquanto que ao segundo equivale a principal imagem que os turistas gravam na memória em visita à capital paranaense (PACE, 2011). Nessas áreas, foi verificada a percepção dos agentes de proteção e fiscalização (que, no caso curitibano, correspondem aos guardas municipais) a partir do preenchimento de formulário de pesquisa contendo 25 questões, separadas em cinco seções principais: perfil dos entrevistados, serviços de segurança, instrução, percepção e gestão, além de depoimentos livres. No Parque Natural Municipal Barigui trabalham, em escala de 12 por 36 horas, de forma ininterrupta, 12 guardas municipais, sendo que 10 participaram do estudo. No Jardim Botânico de Curitiba, são oito, sob a mesma escala, sendo que sete responderam as perguntas formuladas. A aplicação dos questionários foi realizada na primeira quinzena do mês de setembro de 2014.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o **Parque Natural Municipal Barigui**, o perfil dos entrevistados, revela a predominância da faixa etária de 28 a 34 anos (Figura 3) e do grau de escolaridade referente ao ensino superior completo (Figura 4). Os 10 respondentes são do sexo masculino.

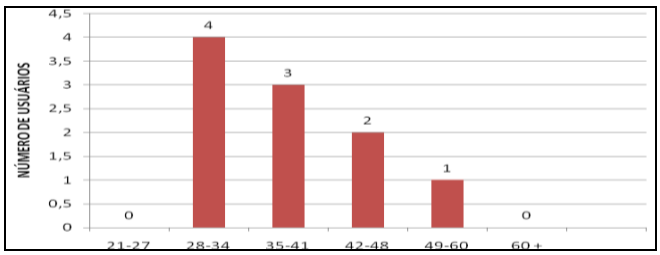


Figura 3 – Gráfico de faixas etárias dos guardas municipais do Parque Natural Municipal Barigui
Fonte: Elaborada com base nas entrevistas realizadas.

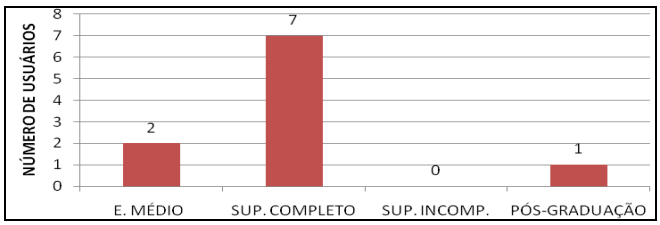


Figura 4 – Gráfico de graus de escolaridade dos guardas municipais do Parque Natural Municipal Barigui
Fonte: Elaborada com base nas entrevistas realizadas.

A maioria dos guardas trabalha em serviços de segurança há mais de seis e menos de 10 anos, sendo que seis estão no mesmo posto há menos de seis meses e quatro há mais de cinco anos no mesmo posto. Todos já atuaram em outra unidade de conservação municipal.

A seção sobre instrução visou à verificação do nível de qualificação dos guardas municipais. Questionados se receberam treinamento para trabalhar em parques, oito afirmaram que sim, durante o curso de formação. A última reciclagem ocorreu há menos de seis meses para a grande maioria. Apenas quatro têm o hábito de ler ou participaram de eventos sobre espaços verdes protegidos. Todos confessaram seu desconhecimento acerca de unidades de conservação e de seus grupos e categorias de manejo, assim como sobre o zoneamento da área onde trabalham. Oito agentes já visitaram parques de outros municípios.

Quanto à percepção, os respondentes deveriam optar entre as classes de qualidade muito boa, boa, ruim e muito ruim para os seguintes elementos: proteção ambiental; opções de recreação e lazer; paisagem; iluminação; segurança durante o dia e à noite; e manutenção. A opção "boa" foi assinalada para a maioria dos elementos (Figura 5). Segurança foi o item apontado como o mais importante por seis respondentes, enquanto as opções de recreação e lazer por três e a proteção ambiental por apenas um.

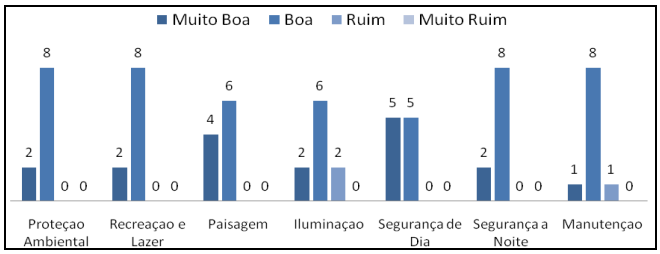


Figura 5 – Gráfico de classes de qualidade de elementos do Parque Natural Municipal Barigui segundo a percepção dos guardas municipais
Fonte: Elaborada com base nas entrevistas realizadas.

No que refere à gestão, apenas um guarda disse não saber a quem cabe a responsabilidade pelos parques municipais. Por sua vez, quatro já foram convidados para participação em ações de segurança nos parques e um teve a iniciativa de propor melhorias para a área. Todos afirmaram gostar do serviço que realizam, sendo destacados pontos positivos relativos tanto à qualidade do local de trabalho quanto ao apoio para atuações efetivas dos agentes nessas situações.

Essencialmente, os depoimentos livres versaram sobre áreas verdes protegidas, funções da Guarda Municipal e normas de segurança e de proteção ambiental. Todavia, vale mencionar que a maioria dos entrevistados deixou essa seção em branco.

No **Jardim Botânico de Curitiba**, o perfil dos entrevistados mostra o predomínio da faixa etária de 42 a 48 anos (Figura 6), demonstrando a presença de um efetivo mais experiente que o da unidade anterior, apesar da prevalência do mesmo grau de escolaridade (ensino superior completo – Figura 7). Também cabe mencionar o fato de que apenas um agente, dentre os sete entrevistados, é do gênero feminino.

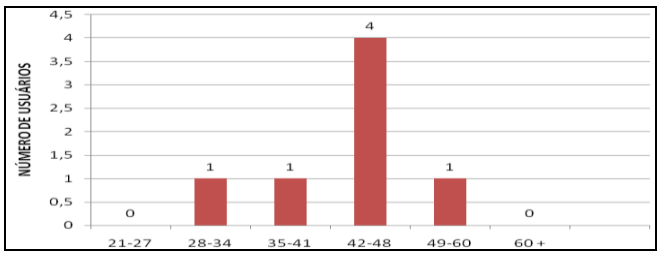


Figura 6 – Gráfico de faixas etárias dos guardas municipais do Jardim Botânico de Curitiba
Fonte: Elaborada com base nas entrevistas realizadas.

ISSN 1809-3957

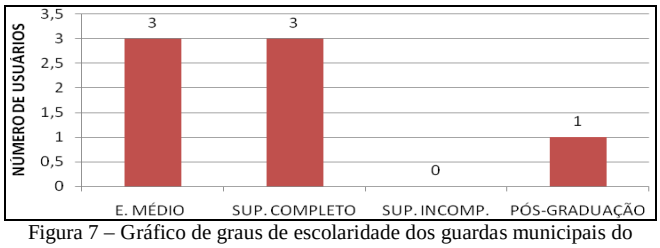


Figura 7 – Gráfico de graus de escolaridade dos guardas municipais do Jardim Botânico de Curitiba
Fonte: Elaborada com base nas entrevistas realizadas.

Relativamente aos serviços de segurança, a maioria trabalha na área há mais de 20 anos, constatando-se, novamente, a maior experiência desse grupo de agentes. Cinco deles estão no mesmo posto há menos de seis meses, enquanto dois permanecem no mesmo cargo há mais de cinco anos e um deles ocupa a mesma posição há pelo menos 15. À semelhança do caso anterior, todos já atuaram em outra unidade de conservação municipal.

Questionados se receberam instrução para trabalhar em áreas naturais protegidas, quatro responderam afirmativamente, durante o curso de formação. Igualmente à situação dos agentes do Parque Natural Municipal Barigui, a última reciclagem ocorreu há menos de seis meses para a grande maioria, mas três deles afirmaram que foi há mais de dois anos. Apenas dois deles têm o hábito de ler ou participaram de eventos sobre espaços verdes protegidos. Da mesma maneira, todos responderam não saber o que são unidades de conservação, seus grupos e suas categorias de manejo, confirmando o seu desconhecimento acerca do zoneamento – ou da setorização – da área onde trabalham. Também de forma diversa ao caso anterior, apenas dois guardas atuantes na unidade já visitaram áreas naturais protegidas de outros municípios.

Com referência à percepção da qualidade do Jardim Botânico de Curitiba, a classe "boa" foi apontada para a maioria dos seus elementos (Figura 8), assim como registrado para o parque antes analisado. Da mesma forma, segurança também foi o item indicado como o mais importante para a maior parte dos respondentes (cinco), enquanto para os restantes (dois) essa definição coube à proteção ambiental.

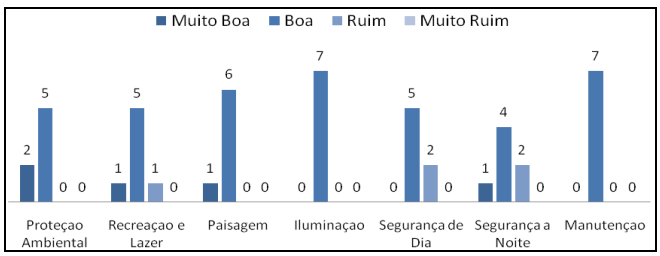


Figura 8 – Gráfico de classes de qualidade de elementos do Jardim Botânico de Curitiba segundo a percepção dos guardas municipais
Fonte: Elaborada com base nas entrevistas realizadas.

Todos os consultados sabem a quem cabe a responsabilidade pela gestão das unidades de conservação municipais, porém informaram nunca terem sido convidados para participar de ações sobre a segurança nesses espaços, nem tiveram a iniciativa de propor melhorias para os mesmos. Também afirmaram a sua satisfação com o serviço que realizam, ressaltando o local e a escala de trabalho como pontos positivos. Por outro lado, apontaram o reduzido efetivo fixo como fator negativo mais relevante.

Novamente, os espaços destinados aos depoimentos livres nos formulários foram, de forma geral, deixados em branco; contudo, os que os preencheram voltaram a apontar o efetivo reduzido como um sério problema da unidade.

IV. CONCLUSÃO

É indiscutível a importância das áreas naturais protegidas tanto para a conservação da biodiversidade como para a sustentabilidade urbana, especialmente em um mundo marcado por profundas transformações, onde é comum a sobreposição dos interesses do homem sobre as necessidades das demais espécies. A instituição desses espaços sob a forma de unidades de conservação tem se mostrado conveniente solução, sendo adotada por inúmeras nações na tentativa de minimizar os problemas causados pela ocupação humana (PELLIZZARO *et al*., 2012).

No entanto, a simples criação desses espaços não basta para o alcance dos objetivos de conservação. Hoje, há necessidade de maior envolvimento de diferentes atores sociais em todas as etapas do processo de gestão (HARDT; HARDT, 2007).

O presente estudo demonstra que em Curitiba há falhas nesse processo, em especial no tocante à proteção e fiscalização. Apesar de trabalharem com segurança há certo tempo – alguns há mais de 20 anos –, de terem formação superior e de já terem atuado em outras áreas naturais protegidas, os guardas municipais que prestam serviço nas unidades de conservação curitibanas desconhecem o seu real significado, bem como seus grupos e categorias de manejo, além da sua incompreensão em relação ao zoneamento do espaço onde atuam. Esse fato demonstra que tempo de serviço não representa necessariamente habilidade resultante do exercício contínuo de determinado ofício, a qual também não deve ser confundida com desempenho (ASENDORPF, 2004).

Da mesma maneira, poucos leem sobre áreas verdes protegidas ou participam de eventos sobre o assunto. Por outro lado, reconhecem a boa qualidade das unidades onde exercem suas funções e a importância da segurança nesses locais. Também sabem a quem cabe a responsabilidade pela gestão desses espaços; no entanto, não participam do processo decisório, seja por falta de convite ou seja por efeito de inércia, evidenciando reduzido comprometimento com o trabalho realizado e, por conseguinte, pouca capacidade de atuação como orientadores ou educadores, especialmente no âmbito ambiental (BARCELOS, 2009).

Por decorrência, conclui-se que a desvinculação dessa realidade com as diretrizes de gestão emanadas do poder público não ocorre apenas no sentido da percepção dos usuários, mas também em relação aos agentes de proteção e fiscalização dessas áreas, pois os guardas municipais curitibanos não receberam a devida instrução para o eficaz desempenho das ações exigidas pelas unidades de conservação em meio urbano.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P. F. de. **Paisagem Protegida:** análise perceptual da gestão de unidades de conservação de

proteção integral em áreas urbanas. 2011. Monografia (Iniciação Científica) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. Curitiba, 2011.

ARAUJO, C. N. **Parques urbanos de Curitiba – 1980-2000.** Curitiba: Solar do Rosário, 2007.

ASENDORPF, J. B. **Psychologie der persönlichkeit.** Berlin: Springer, 2004.

BARCELOS, V. **Educação ambiental:** sobre princípios, metodologias e atitudes. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

BORTOLI. L. R. **Paisagem Protegida:** análise perceptual da gestão de unidades de conservação de uso sustentável em áreas urbanas. 2011. Monografia (Iniciação Científica) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. Curitiba, 2011.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Artigo 255, Parágrafo 1º, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Estatuto da Cidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

ECOTÉCNICA Tecnologia e Consultoria Ltda. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Barigui.** Curitiba, 2007.

FREIRE, P. **Educação e mudança.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HARDT, L. P. A.; HARDT, C. Reflexões sobre políticas ambientais e urbanas no âmbito do planejamento e gestão de unidades de conservação. In: DEBETIR, E.; ORTH, D. **Unidades de conservação:** gestão e conflitos. Florianópolis: Insular, 2007. p.111-135.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas.** Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 31 maio 2014.

IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Curitiba em dados.** 2013. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br>. Acesso em: 27 jul. 2014.

LYNCH, K. A. **A imagem da cidade.** (Tradução de Jefferson Luiz Camargo) 3.ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

PACE, T. H. **Paisagem como recurso de desenvolvimento do turismo no âmbito da gestão urbana:** estudo de caso em Curitiba, Paraná, 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Curitiba, 2011.

PELLIZZARO, P. C.; HARDT, L. P. A.; HARDT, C.; HARDT, M.; SEHLI, D. A. Gestão de áreas naturais protegidas em âmbito internacional. **Revista Sodebras**, v.7, n.81, p.15-20, 2012.

SCARDUA, F. P. Práticas brasileiras na elaboração de planos de manejo. In: DEBETIR, E.; ORTH, D. **Unidades de conservação:** gestão e conflitos. Florianópolis: Insular, 2007. p.89-110.

SMMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Áreas verdes.** Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/smma/>. Acesso em: 03 ago. 2014.

SOUZA, P. C. A. de. **Funções sociais e ambientais de parque urbano instituído como unidade de conservação:** percepção dos usuários do Parque Natural Municipal Barigui em Curitiba, Paraná. 2010. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Curitiba, 2010.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VII. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FA) pelo apoio financeiro à pesquisa sobre Paisagem Protegida.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

USO DE CALÇADAS POR GRUPOS SOCIAIS DE MOBILIDADE REDUZIDA

RAFAELA APARECIDA DE ALMEIDA[1]; LETÍCIA PERET ANTUNES HARDT[2]; CARLOS HARDT[2]
[1] – Faculdade de Administração, Ciências Educação e Letras (FACEL); [2] – Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
rafaalmeida.comex@gmail.com

***Resumo** – A importância da temática abordada reside na reflexão acerca da atenção aos direitos à segurança nos deslocamentos, à equidade nos usos dos espaços públicos de circulação e à garantia dos princípios da acessibilidade universal das pessoas com mobilidade reduzida. Nessa conjuntura, o objetivo geral do estudo consiste em ponderar a significância das calçadas nas cidades contemporâneas, evidenciando seus papéis no âmbito do conceito de acessibilidade universal, com ênfase em grupos sociais especiais formados por cidadãos com mobilidade reduzida, tais como idosos, pessoas com deficiência, crianças, gestantes, obesos e anões. Essencialmente relacionados a abordagens exploratórias e analíticas, os procedimentos metodológicos adotados se voltam à formulação de subsídios aos processos de planejamento e gestão urbanística. Os resultados evidenciam a necessidade de maior entendimento das calçadas como relevantes elementos das área urbanizadas, destinados, em síntese, à ampla e efetiva circulação pedonal, de forma a tornar as cidades mais vitalizadas, seguras e atrativas, melhorando, por consequência, tanto o ambiente construído quanto a vivência citadina.*

***Palavras-chave:** Calçadas urbanas. Mobilidade reduzida. Acessibilidade universal. Paisagens socializadas. Gestão de cidades.*

I. INTRODUÇÃO

A relevância do tema deste artigo é pautada em postulados sobre a atenção aos direitos à segurança nos deslocamentos, à equidade nos usos dos espaços públicos de circulação e à garantia dos princípios da acessibilidade universal das pessoas com mobilidade reduzida. Nesse âmbito, Santos (2012) sugere que normas legais devem estabelecer condições para que cada indivíduo venha a constituir um cidadão integral, em qualquer lugar em que se encontre, reforçando, ainda, que o território, pela sua organização e instrumentalização, deve ser adotado como forma de alcance de um projeto social igualitário.

Considerando que a utilização das calçadas urbanas deve ser uma atividade prazerosa, promovendo ampla inclusão, Gehl (2014) defende que a sustentabilidade social parte do pressuposto de possibilitar, aos vários grupos da sociedade, oportunidades iguais de acesso aos espaços públicos e, também, de movimentação sem restrições pela cidade. Dessa maneira, tais locais se tornam acessíveis, e possivelmente convidativos, servindo como cenários atraentes para o encontro das pessoas.

Todavia, é importante ressaltar o fato de que a existência das calçadas por si só não garante a mobilidade e a segurança de quem as utiliza em seus deslocamentos, como ponto de encontro ou como acesso às edificações. Gelh (2014) preconiza que, para a melhoria dos percursos de pedestres, as benfeitorias das calçadas devem ser priorizadas, citando a importância da existência de passeios mais largos, de pisos melhor assentados, de árvores com maior projeção de sombra e de cruzamentos adequadamente sinalizados, além da remoção de obstáculos desnecessários aos transeuntes.

Para Vasconcellos (2012), para os devidos graus de segurança e de conforto nas calçadas, suas características físicas mais imprescindíveis correspondem ao tipo de revestimento – piso antiderrapante; à qualidade da superfície – pavimento uniforme; à pertinência da inclinação – declividade reduzida; e à fluidez do espaço – barreiras inexistentes.

Com condições adequadas para a livre e segura circulação, os espaços urbanos se tornam mais agradáveis e os deslocamentos pela cidade se transformam em atividades mais aprazíveis. Em consequência do maior número de pessoas circulando nesses locais, tem-se maior sensação de segurança. Conforme sugere Jacobs (2011), vida atrai vida. Para a autora, uma rua movimentada possui tanto ativos usuários quanto meros espectadores. Assim, quanto mais atraentes forem as calçadas, mais elevada a quantidade de transeuntes e mais diversificado o perfil das pessoas, maior será a sensação de segurança, fenômeno que Jacobs (2011) intitula como "olhos da cidade". Gehl (2014) ratifica essas considerações ao afirmar que melhorar as condições de pedestres, não só reforça a circulação a pé, mas também, e mais importante, valoriza a vivência no ambiente urbanizado.

Diante dessas colocações, o objetivo geral deste estudo consiste em ponderar a significância das calçadas nas cidades contemporâneas, evidenciando seus papeis no âmbito do conceito de acessibilidade universal, com ênfase em grupos sociais especiais formados por cidadãos com mobilidade reduzida.

Os procedimentos metodológicos adotados se referem essencialmente a abordagens exploratórias e analíticas, visando à estruturação de fundamentos aos processos de planejamento e gestão de cidades.

II. MOBILIDADE URBANA

Para Jacobs (2011), a redução de automóveis nas cidades seria, talvez, a única maneira de diminuir o número

ISSN 1809-3957

total de veículos circulantes e, provavelmente, a última possibilidade realista de estimular outras alternativas de locomoção, como o transporte público, o ciclismo e a caminhada, provendo, assim, usos urbanos de maior intensidade e vitalidade.

O pensamento da autora vem de encontro aos preceitos da Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela Lei Federal N° 12.587, de 03 de janeiro de 2012, que prioriza as formas de transporte tanto não motorizada quanto pública coletiva, tendo como uma de suas diretrizes precípuas "proporcionar a melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade" (BRASIL, 2012, Artigo 7°, Alínea III).

Duarte (2011) sinaliza que, para o adequado planejamento das cidades, deve haver interação entre leis de ocupação de solo e de mobilidade urbana, criando maior número de opções de locomoção e reduzindo deslocamentos motorizados. Nesse sentido, Gelh (2014) constata a contínua diminuição do fluxo de pedestres e bicicletas, em contraposição ao crescente tráfego motorizado, levando as cidades ao ponto latente de implosão.

Segundo o previsto na Lei Federal N° 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade – BRASIL, 2001), os planos diretores municipais visam, dentre outras premissas, ao estabelecimento de diretrizes para a adequação e expansão dos sistemas viários e de transportes públicos. Contudo, há predominante primazia dos deslocamentos de veículos sobre os de pessoas, quando a meta deveria ser a de favorecimento da mobilidade dos pedestres, tornando amplo e democrático o acesso ao espaço urbano (BORN; BALBIN; BOARETO, 2004).

Nessa conjuntura, Vasconcellos (2012) esclarece que a mobilidade é influenciada pela qualidade do transporte público, pelos destinos dos deslocamentos e pelas condições físicas dos viajantes, dentre outros fatores. Ao se movimentarem pela cidade, as pessoas consideram as ofertas disponíveis. De acordo com o autor, os dados mais importantes para os caminhantes são a disponibilidade e a qualidade de calçadas, para os ciclistas são a segurança e a integração das vias, e para usuários do transporte público são a qualidade e o custo dos serviços. A necessidade de circulação está ligada ao desejo de realização das atividades sociais, culturais, políticas e econômicas da população e, consequentemente, está relacionada aos aspectos de mobilidade e acessibilidade (SANT'ANNA, 2010), também intrinsicamente vinculados às formas de utilização dos passeios públicos.

III. USOS DAS CALÇADAS

O ato de caminhar constitui um dos mais simples, baratos e saudáveis meios de transporte. É especialmente por intermédio de caminhadas que o espaço urbano é percebido e vivido pelas pessoas em suas experiências cotidianas. A princípio, uma calçada bem projetada pode tornar uma via mais agradável e segura, enquanto que outra inadequadamente planejada pode ser impeditiva para o fluxo de pedestres. Duarte, Sanchéz e Libardi (2012, p.21) argumentam que a calçada é "[...] capaz de proporcionar a acessibilidade do pedestre ao espaço urbano, permitindo que o mesmo atinja seu destino com conforto e segurança". Contexto semelhante é encontrado na definição expressa no Código de Trânsito Brasileiro (Lei Federal N° 9.503, de 23 de setembro de 1997), que destaca a calçada:

> "como parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins (BRASIL, 1997, Anexo I)."

Projetadas para a movimentação segura de pedestres, separadamente do leito carroçável, onde ocorre o tráfego veicular, as calçadas foram, ao longo dos anos, na medida em que ocorria o aumento da circulação de veículos e crescia a cultura do automóvel, relegadas pelo planejamento urbano utilitarista, que se voltava cada vez menos à valorização do uso dos passeios, dos espaços públicos e das áreas destinadas aos pedestres. Segundo Gehl (2014), os progressivos acontecimentos urbanísticos reduziram oportunidades para o pedestrianismo, ao mesmo tempo em que sitiaram funções espaciais, especialmente aquelas relacionadas a circunstâncias socioculturais da cidade. Assim, aqueles papeis tradicionais de encontro comunitário e de fórum social foram paulatinamente sendo descartados.

Vasconcellos (2012) defende o posicionamento de que a construção das calçadas em vias de elevado tráfego deveria ser de responsabilidade pública, assim como é a pavimentação do leito carroçável dos veículos, sendo acompanhada de cuidados técnicos em termos de tipo de pavimento, inclinação, capacidade e acessibilidade, entre outras características.

Atualmente, é amplamente discutido o desempenho das calçadas na mobilidade urbana, tornando-as não apenas mais um elemento da paisagem urbana, mas um componente essencial ao equilíbrio das necessidades, de forma efetiva e apropriada, da circulação pedonal. Diante dessa assertiva, Duarte, Sanchéz e Libardi (2012) citam a importância da garantia de conveniente nível de conforto aos usuários. Especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) determinam alguns padrões de acessibilidade para calçadas, dentre os quais se destacam: declividades máximas transversais e longitudinais, degraus adequados e pavimentação antiderrapante. Vários outros itens devem ser levados em consideração, tais como: apropriado estado de conservação, inexistência de desníveis e obstáculos ao longo do percurso e boa iluminação. Caso contrário, a exemplo da situação ilustrada na Figura 1, a acessibilidade será comprometida.

Figura 1: Vista de exemplo de calçada não acessível na Avenida Getúlio Vargas em Curitiba, Paraná
Fonte: Acervo dos autores (2014)

ISSN 1809-3957

Vasconcellos (2012) alerta que, em algumas situações, o mobiliário urbano (postes, bancas de jornais, placas de sinalização, pontos de ônibus etc.) se tornam barreiras à livre circulação dos pedestres, quando colocados em locais inadequados ou quando a largura da calçada não possui dimensão suficiente para a sua implantação, reduzindo o espaço destinado aos passantes.

> Quando se mede a largura de uma calçada, é sempre importante descontar a perda provocada por estes obstáculos à circulação, gerando o que se chama de "largura útil" [..], que vai realmente indicar qual é a sua capacidade física de acomodar o fluxo de pedestres: uma calçada com 3 m de largura e com postes e bancas de jornais terá, na verdade, uma largura "útil" de 1 m, insuficiente para permitir a circulação simultânea de dois pedestres em sentidos opostos (VASCONCELLOS, 2012, p.76).

Além do dimensionamento das calçadas e dos passeios públicos, deve haver a preocupação com os materiais empregados nesses ambientes, pois a sua escolha equivocada, ou simplesmente a sua má aplicação, pode dificultar ou impedir o livre acesso ou a permanência de usuários em determinado local. Por outro lado, a utilização de materiais adequados, como a situação apresentada na Figura 2, correspondente à mesma via anteriormente exemplificada, além de melhorar a mobilidade urbana, serve como referência, principalmente para pessoas com deficiências.

Figura 2: Vista de exemplo de calçada remodelada para acessibilidade na Avenida Getúlio Vargas em Curitiba, Paraná
Fonte: Acervo dos autores (2014)

Uma cidade deve propiciar boas condições para se caminhar, sempre que possível, de dia e à noite, e também ao longo do ano. Partindo deste pressuposto, Gehl (2014) ressalta que a iluminação é crucial no período noturno. Um conveniente nível de luminosidade sobre pessoas e rostos e uma claridade razoável em cantos e recuos são fundamentais nas principais vias de pedestres, com vistas ao reforço da sensação – real e percebida – de segurança. O autor ainda alerta que é preciso haver incidência luminosa nos pisos, superfícies e degraus para que o transeunte possa se movimentar de maneira segura. Igualmente, sugere a importância da pavimentação no conforto do usuário, predizendo que, no futuro, a qualidade dos pavimentos e das superfícies será essencial para um mundo com quantidade cada vez mais significativa de componentes de grupos sociais especiais, a exemplo de idosos e pessoas com mobilidade reduzida.

IV. ACESSIBILIDADE DE GRUPOS SOCIAIS ESPECIAIS

De acordo com informações disponibilizadas pelo último censo demográfico (IBGE, 2010), cerca de 45,6 milhões de brasileiros conviviam no início da década com alguma deficiência, o que representa cerca de 24% da população total. Contudo, a estatística pode aumentar se forem incluídos idosos, obesos, anões, pessoas com limitações ou com restrição de mobilidade temporária, gestantes e crianças, entre outras tipologias integrantes dos chamados "grupos sociais especiais" (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2008).

Tais números remetem à relevância da acessibilidade nos espaços urbanizados, onde pessoas com em qualquer situação possam ser relativamente independentes e realizar deslocamentos minimamente livres, desenvolvendo suas atividades em igualdade de condições quando comparadas às demais.

Especificações da ABNT (2004, p.2) definem acessibilidade como:

> possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos.

Discorrendo sobre o tema, Vasconcellos (2012, p.42) destaca que:

> [...] em geral é medida pela quantidade e/ou diversidade de destinos que a pessoa consegue alcançar, por certa forma de transporte, em determinado tempo. Quanto maior for essa quantidade, maior é a acessibilidade, ou seja, mais oportunidades as pessoas terão para realizar atividades desejadas ou necessárias.

Portanto, essa representa uma condição indispensável para que a movimentação de pessoas seja realizada de forma segura e com autonomia. A Lei Federal N° 10.098, de 19 de dezembro de 2000, e o Decreto Federal Nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2000; 2004), definem pessoa portadora de deficiência – física, auditiva, visual, mental ou múltipla – como aquela que possui limitações ou incapacidades para o desempenho de atividades, enquanto a com mobilidade reduzida compreende a que, não se enquadrando no conceito anterior, tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporariamente, gerando redução efetiva da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção.

Nesse cenário, vale destacar que espaço acessível é aquele que "pode ser percebido e utilizado em sua totalidade por todas as pessoas, inclusive aquelas com mobilidade reduzida" (ABNT, 2004, p.3).

Por decorrência, os espaços públicos devem acomodar usuários de todas as idades, desde crianças até idosos, independente de suas capacidades físicas ou mentais. Assim, calçadas seguras e acessíveis são fundamentais para garantir a circulação dos cidadãos, em especial daqueles com capacidades limitadas. Este grupo tem seus direitos garantidos pela citada Lei Federal N° 10.098/2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. Em seu Artigo 3º, preconiza que o planejamento e a urbanização das vias, dos parques e dos demais espaços de uso público devem ser concebidos e executados de forma a torná-los acessíveis para aquelas pessoas, dentro do conceito de acessibilidade universal.

Para que as calçadas se tornem acessíveis aos grupos sociais especiais, barreiras arquitetônicas e sensoriais devem ser eliminadas, sendo substituídas por soluções que propiciem segurança, vitalidade e estabilidade nas vias.

De acordo com o instituído pela Lei Federal N° 10.741, de 01 de outubro de 2003 (BRASIL, 2003 – Estatuto do Idoso), pessoas com idade igual ou superior a 60 anos são consideradas idosas, às quais o direito à liberdade compreende, entre outras, a faculdade de ir, vir e estar nos logradouros públicos e espaços comunitários, ressalvadas as demais restrições legais. Na atualidade, a quantidade de idosos aumenta rapidamente, representando importante grupo novo, que precisa de estruturas que possam ser percorridas a pé e adaptadas às suas necessidades peculiares (GEHL, 2014).

Nessa abordagem Vasconcellos (2002) ressalta que as pessoas com deficiência têm inúmeras dificuldades para circulação em ambientes de trânsito não planejados para acomodá-las. Esses indivíduos convivem não apenas com suas limitações, mas com dificuldades de adaptação aos espaços construídos que não possuem condições de abrigar as diversidades.

A qualidade do espaços físicos está diretamente relacionada com a satisfação de vida de idosos, pessoas com algum tipo de deficiência e daqueles com mobilidade reduzida – temporária ou permanente – por lhes proporcionar uma vida ativa, sem que haja o desencorajamento provocado por seus movimentos limitados, mas, por outro lado, pelo encorajamento que a liberdade de ir e vir oferece nesses lugares.

V. CONCLUSÃO

O século XXI tem sido marcado por grandes mudanças, conquistas e avanços para os grupos sociais especiais de mobilidade reduzida. À exceção dos casos de catástrofes mundiais, a exemplo das grandes guerras, em nenhum outro momento histórico questões dessa ordem estiveram tão em voga. Quanto mais a população volta seus olhares para os problemas da acessibilidade universal, mais se fazem imperativas essas discussões, demonstrando a pertinência e relevância do assunto. Paradoxalmente, ao passo que as cidades contemporâneas tornam-se cada vez maiores, constata-se que seu crescimento é, muitas vezes, desacompanhado de apropriados processos de planejamento e gestão urbanística.

Os meios de viabilização da inclusão social vêm sendo gradativamente implementados por meio de leis e decretos que visam complementar a Constituição no que diz respeito à igualdade de direitos e oportunidades entre os cidadãos brasileiros. Indubitavelmente, essas normas constituem verdadeiras conquistas, mas ainda precisam ser amplamente discutidas, pois demoram para serem efetivamente colocadas em prática.

Com essa constatação, o presente artigo visa contribuir para a orientação dos papeis das calçadas na mobilidade urbana, para que os espaços urbanizados possam ser utilizados por todos, sem qualquer tipo de restrição, assegurando a acessibilidade universal, o direito de ir e vir, e, em consequência, a vitalidade das cidades, reproduzindo paisagens socializadas, conceituadas como aquelas que incentivam a ampla utilização dos cenários citadinos, ao mesmo tempo em que viabilizam a inclusão indiferenciada de grupos de cidadãos (HARDT; HARDT, 2012).

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira NBR 9050 –** acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004,

BORN, Liane Nunes; BALBIN, Renato Nunes; BOARETO, Renato. Plano diretor, transporte e mobilidade. In: ROLNIK, Raquel; PINHEIRO, Otilie Macedo. **Plano diretor participativo:** guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos. Brasília: Ministério das Cidades – MC; Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA, 2004. p.86-94.

BRASIL. Lei Federal N° 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 set. 1997.

BRASIL. Lei Federal N° 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2000.

BRASIL. Lei Federal Nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Estatuto da Cidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei Federal N° 10.741, de 01 de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 out. 2003.

BRASIL. Decreto Federal Nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis Nºs 10.048, de 08 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 dez. 2004.

BRASIL. Lei Federal N° 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis Nºs 3.326, de 03 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei Nº 5.452, de 10 de maio de 1943, e das Leis Nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 jan. 2012.

CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. Desenho Universal: um conceito para todos. São Paulo:

Instituto Mara Gabrilli, 2008.

DUARTE, Fábio. **Planejamento urbano.** 2.ed. Curitiba: instituto brasileiro de pós-graduação e extensão – IBPEX, 2011.

DUARTE, Fábio; SÁNCHEZ, Karina; LIBARDI, Rafaela. **Introdução à mobilidade urbana.** Curitiba: Juruá, 2012.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 2014.

HARDT, Letícia Peret Antunes; HARDT, Carlos. **Paisagem Socializada:** grupos sociais resgatados em espaços esquecidos. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, 2012. (Projeto de pesquisa)

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** 3.ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

SANT'ANNA, Rogéria Motta de. Políticas públicas para mobilidade: desafios da psicologia. In: CFP – Comissão Federal de Psicologia. (Org.) **Psicologia e mobilidade:** o espaço público como direito de todos. Brasília,, 2010. p.57-63.

SANTOS, Milton. **O espaço do cidadão.** 7.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2012.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Mobilidade urbana e cidadania.** Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC, 2012.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

VIII. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FA) e à Rede Marista de Solidariedade (RMS), pelo apoio financeiro à pesquisa sobre Paisagem Socializada.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

A ROBÓTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

ANDERSON JOSÉ DE SOUZA[1], MANFRED HEIL JUNIOR[1], MAURICIO HENNING[1]
1 – CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DE SANTA CATARINA
ajsouza@catolicasc.org.br, manfred@catolicasc.org.br, mhenning@catolicasc.org.br

Resumo *- **Este artigo apresenta um modelo de proposta aplicando a robótica baseada em Arduino no ensino e aprendizagem da matemática no ensino público, uma vez que, os índices de alunos que não sabem matemática no Brasil é assustador. Buscamos com o modelo proposto, tornar o ensino não só da matemática, pois este modelo pode ser adaptado a outras disciplinas, um maior interesse dos alunos, ou seja, tornar a disciplina mais agradável, fazendo com que os alunos despertem seu lado pesquisador e que consigam desenvolver diversos modelos com base no proposto em sala de aula pelo professor. Vemos as tecnologias a nosso favor, porém, temos que utilizá-la da melhor forma possível na interação com os alunos do ensino médio fazendo com que eles despertem seu interesse no que lhe é proposto.***

Palavras-chave: Robótica. Arduino. Ensino, Matemática.

I. INTRODUÇÃO

Segundo Masseto (2012) novos espaços educacionais têm surgido com o advento das tecnologias, principalmente a internet, e utilizar esses espaços de forma produtiva têm sido um dos principais desafios dos profissionais da educação. Incentivar professores e alunos a utilizarem essas novas tecnologias tem motivado vários estudos como (GIMENES, SANTOS, TOCZEK, 2014), (MARTINS;OLIVEIRA;GUIMARÃES,2013) e (ALVES; ARAÚJO, 2013). Esses estudos focam a disciplina de matemática para esses novos espaços educacionais.

Mas ainda assim são poucos os casos de sucesso que obtenham excelentes resultados principalmente em disciplinas da área de exatas, devido muitas vezes essas aulas ficarem apenas teóricas, com poucos momentos práticos onde os professores conseguem reter a atenção dos alunos fazendo com que eles tenham um melhor aproveitamento dos conceitos apresentados. Masseto (2012) completa que é preciso transformar esses momentos de modo que os alunos compartilhem suas vivências, valores, profissão, tendo assim uma aprendizagem significativa.

Podem-se verificar nos dados do Movimento Todos pela Educação, baseado no estudo "De olho nas Metas 2012" (CAMPOS; ESPOSITO, GUIMENES, 2013) apontam que no Ceará, 91% dos estudantes do ensino médio não sabem matemática. Entre 2007 e 2011, no 5º ano do Ensino fundamental, 77,4% dos alunos ficaram reprovados em matemática pela pontuação da Prova Brasil. Em 2011, 77,4% dos alunos das Escolas públicas matriculadas no 9º ano ficaram reprovados em matemática.

Com base nesse problema foi proposta a utilização da robótica para melhorar o desempenho dos alunos do ensino médio na disciplina de matemática na cidade de Jaraguá do Sul e Joinville, em Santa Catarina, uma vez que há um grande interesse dos alunos pela área da robótica. Com isso, busca-se despertar um maior interesse por parte dos alunos, uma vez que, as aulas podem se tornar muito mais interativas e baseadas em experimentos aplicando os conceitos da matemática de uma maneira mais intuitiva. Essa proposta visa não somente proporcionar aos alunos um melhor desenvolvimento na aprendizagem da matemática, mas também despertar a lógica e a criatividade.

Marques (1995) afirma que, o homem é definido como um ser que aprende, construindo seu conhecimento ao longo de sua existência. Já (César e Bonilha, 2007), baseados na teoria construtivista de Piaget, onde afirmam que, o indivíduo constrói e produz o conhecimento através da interação do ambiente em que ele vive. De uma certa forma, podemos dizer que, podemos influenciar positivamente o aprendizado da Matemática no ensino médio utilizando robótica baseada em Arduino pelo fato de que os alunos poderão construir seus modelos baseados nos conceitos matemáticos apresentados pelos professores. Ainda baseados em Piaget, os autores relatam que, a construção do conhecimento ocorre quando o indivíduo, através do momento prático, cria objetos de seu interesse, liberando suas potencialidades criativas.

Foi utilizado um projeto aberto para desenvolvimento dos estudos em robótica, chamado Arduino. Segundo McRoberts(2011), o Projeto Arduino iniciou em 2005 onde mais de 150.000 placas foram vendidas, mas estimasse que existam aproximadamente 500.000 placas sendo vendidas pelo mundo. Uma das grandes vantagens do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização, ou seja, pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto.

Ainda segundo o próprio autor, em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele

ISSN 1809-3957

como ilustrado na Figura 1. Esse equipamento permite a conexão de diversos dispositivos, como *leds*, sirenes, motores, sensores e outros dispositivos que podem representar diversas aplicações da vida real.

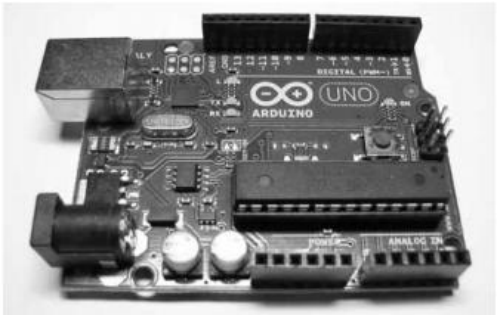


Figura 1 – Modelo de placa de Arduino Uno.(McRoberts,2011),

A programação do Arduino consiste na utilização de um software livre no qual são escritos os códigos em uma linguagem de computação chamada C (KERNIGHAN; RITCHIE, 1988). Esses códigos são caracterizados como um conjunto de instruções sequenciais que realizam determinada tarefa para qual foi concebido o código, que em computação chama-se programa. Uma vez desenvolvido o código é necessário carregá-lo na placa que executará a tarefa, para qual o programa foi desenvolvido.

A seguir será demostrado como o projeto está sendo desenvolvido com os alunos e os trabalhos realizados por eles nesse estudo.

II. DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento do projeto, os alunos aprendem a utilizar uma pseudo linguagem de programação chamada Portugol (MANSO; MARQUES; DIAS, 2010) que utiliza comandos em português facilitando o aprendizado da lógica computacional. De um modo geral, o ensino da lógica de programação nada mais é que, fazer com que eles compreendam os fatos de forma sequencial e que, a partir desta compreensão, consigam realizar e estruturar melhor suas atividades do dia a dia.

Para que os alunos possam compreender o modelo a ser trabalhado, é necessário que alguns conceitos sejam apresentados como, por exemplo, uma introdução ao raciocínio lógico onde situações do mundo real são representadas aos alunos em forma estruturada para que haja compreensão do problema como um todo. Outros modelos para estimular a visão espacial semelhante a testes psicotécnicos e psicomotricidade são realizados com os alunos.

No segundo momento conceitos sobre linguagem de programação são apresentados aos alunos, onde de um determinado problema, eles aprendem a extrair as variáveis a serem trabalhadas, desenvolver o processamento de dados necessário para que o resultado seja coerente com as entradas de dados, como demonstrado na Figura 2, onde o programa faz a soma de dois números e apresenta o resultado em uma serial que é a porta de transmissão do componente eletrônico ao computador.

```
int numero1, numero2;

void setup(void){
       Serial.begin(9600);
}
void loop(void){
       if (Serial.available() > 0){
        numero1=int(Serial.read());
        numero2=int(Serial.read());
       int resultado = numero1 + numero2;
              Serial.println(resultado);
       }
}
```

Figura 2 – Exemplo de Soma entre dois números.

O próximo passo trabalhado com os alunos é a introdução ao Arduino, apresentando toda a história do projeto e os tipos de equipamentos existentes no mercado, assim como também os diferentes tipos de projetos que podem ser criados de maneira simples e interessante. A Figura 3 ilustra robôs de isopor que se locomovem, reconhecem obstáculos e buscam novas possibilidades de deslocamentos calculando o melhor caminho. Tais robôs foram criados por alunos do projeto que ao final do curso participam de um campeonato de corrida.

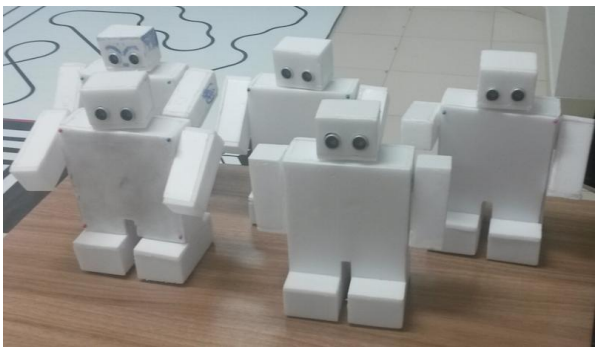


Figura 3 – Robôs que andam e desviam de obstáculos.

No projeto foram utilizados alguns componentes eletrônicos, onde foram apresentadas as suas funcionalidades e empregabilidade. Para isso usou-se o kit Arduino iniciante que custa em média R$179,00 (cento e setenta e nove) reais encontrado em lojas especializadas de robótica. Esse kit é composto pelos seguintes componentes:

- 01 x Protoboard 840
- 01 x Cabo USB AB ou Cabo USB - Micro
- 01 x Sensor de Temperatura (NTC)
- 01 x Sensor de Luminosidade (LDR 5mm)
- 01 x Potenciômetro 10k
- 04 x Chave Momentânea (PushButton)
- 05 x LEDs Amarelos
- 05 x LEDs Verdes
- 05 x LEDs Vermelhos
- 01 x LED alto brilho
- 10 x Resistores 300
- 05 x Resistores 10k
- 01 x Buzzer
- 01 x Display de LCD 16x2 com backlight
- 20 x fios Jumper Premium de 20 cm
- 10 x fios Jumper Premium de 10 cm
- 01 x Caixa Organizadora RC-Black

ISSN 1809-3957

Com o kit apresentado e todos os demais conceitos fundamentados, foi então realizada a exposição do conteúdo que envolve programação e matemática básica onde os alunos trabalham a criação de modelos matemáticos para desenvolver soluções de aplicações como, por exemplo, um sensor de temperatura que se faz necessária à implementação de uma equação para gerar o grau obtido pelo sensor e que pode ser apresentado na tela do computador ou em um display acoplado a placa, surgindo aí, um experimento de controle de temperatura digital. Vários experimentos podem ser realizados e desenvolvidos para apresentar a sua saída em leds coloridos. A Figura 4 ilustra um esquema de montagem de uma placa de Arduino a uma placa de testes onde vários leds são conectados para apresentação dos resultados.

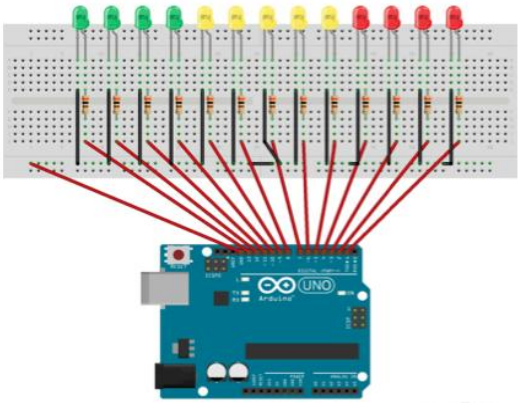


Figura 4 – Esquema de representação de resultados por leds.

Outros modelos podem ser trabalhados como, por exemplo, a apresentação da tabuada de um número solicitado pelo aluno ou de um conjunto de números pré-estabelecido. Existem também possibilidades de soluções cálculos de potenciação e raiz quadrada de um determinado número. A Figura 5 demonstra o modelo de Fibonacci que também pode ser trabalhado com os alunos onde eles conseguem realizar as somas dos valores e apresentar uma determinada quantidade de números da sequencia.

```
void loop(){
  int serie, i=1;
  do{ serie=fibonacci(i);
    for(int j=1;j<=serie;j++){
      controleLed(j,true,0);    }
    delay(1000);
    i++;  }
  while(serie <= 13);
  desligarLeds(1000);}
int fibonacci(int n) {
  if (n == 1 || n == 2) {
    return 1;  } else {
    return fibonacci(n - 1) + fibonacci(n - 2);}}
void desligarLeds(int tempo){
  for(int i=13;i>=0;i--){
    controleLed(i,false,0);  }
  delay (tempo);}
void controleLed(int num, boolean est, int tempo){
  pinMode(num,OUTPUT);
  if (est){
    digitalWrite(num,HIGH);} else{
    digitalWrite(num,LOW); }
  delay(tempo);
}
```

Figura 5 - Sequencia de Fibonacci

Juntamente com a linguagem de programação, os alunos podem ter contato com modelos de representação dos problemas através de fluxogramas que facilitam o entendimento das iterações realizadas no sistema, conforme ilustrado na Figura 6.

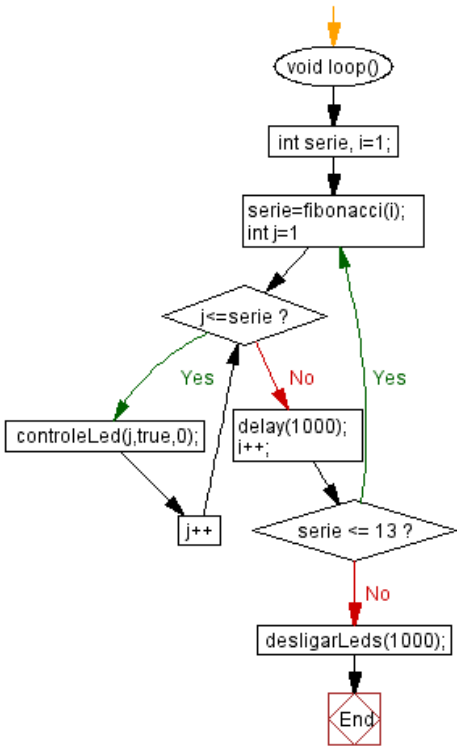


Figura 6 – Representação por Fluxograma.

Com essa abordagem, os alunos tendem a aprender de uma forma mais interativa os problemas matemáticos que são apresentados de uma forma visual. Como o fluxograma possui seus componentes como modelos universais, a compreensão dos alunos através dos símbolos para vários problemas tende a se tornar menos complexa e mais agradável.

O projeto encontra-se no segundo ano de desenvolvimento e tem apresentado resultados interessantes, no ano de 2013 participaram cerca de 50 alunos que apresentam melhores desempenhos escolares e nesse ano temos aproximadamente 40 alunos participantes.

Outra característica interessante do projeto é o baixo custo comparado a projetos de robótica que envolvem parceiros comerciais como, por exemplo, a Lego que um kit está em torno de R$ 3.000,00 (três mil) reais. Várias escolas da região mostraram interesse em colocar em prática esse projeto em suas atividades escolares, devido a sua facilidade e simplicidade.

Para trabalhos futuros estuda-se a criação de experimentos utilizando os conceitos mais avançados da matemática e física, que se utiliza em robôs que se locomovem sem interferência humana.

ISSN 1809-3957

III. CONCLUSÃO

Como se verificou a utilização do uso da robótica como ferramenta de ensino e aprendizagem da matemática é um novo espaço educacional que pode ser inserido no decorrer da disciplina. Nota-se uma maior desenvoltura dos alunos no desenvolver do projeto, despertando maior interesse e compreensão dos assuntos abordados. Os grandes avanços tecnológicos nos têm proporcionado que novas formas de aprendizado possam ser inseridas nos modelos tradicionais. E o interesse pela área de robótica tem sido de grande interesse dos jovens, fazendo com que essa interação seja em favor da educação e não apenas por diversão. Como Juliatto (2013) diz que os professores precisam estar preparados para as novas tecnologias que estão a nossa disposição para o ensino, fazendo face aos velhos modelos de aprendizagem.

O projeto mostrou eficiente no que se propôs a fazer e apresentou uma nova oportunidade aos alunos envolvidos, apresentando novas formas de aprendizado, como o trabalho da lógica booleana e do raciocino computacional. A grande aceitação por meio dos envolvidos demostra o grande interesse dessa geração que o próprio Juliatto (2013) chama de geração "net", que assimila muito rápido essas novas tecnologias. Busca-se a partir de agora novos desafios como o desenvolvimento de novos experimentos que possam ser utilizados por outras disciplinas, como física e ciências, tornando o aprendizado e o ensino prazeroso aos alunos.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Thelma Panerai; ARAÚJO, Renata Kelly Souza. **O Moodle e o Facebook como ambientes pedagógicos: Concepções discentes acerca do uso destes ambientes**. EM TEIA| Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana 4.2 (2013).

CAMPOS, Maria M.; ESPOSITO, Yara; GIMENES, Nelson. **Acesso e qualidade na educação infantil**. In: TODOS PELA EDUCAÇÃO. De olho nas metas 2012. São Paulo: Todos pela Educação, 2013. p. 66-81.

CÉSAR, Danilo R.; BONILLA, M. H. S. . **Robótica Livre: Implementação de um ambiente dinâmico de Robótica Pedagógica com soluções tecnológicas livres no CET CEFET em Itabirito M.G..** In: XIII Workshop sobre Informática na Escola - XIII WIE. Interação entre Ciências: Desafio para a Tecnologia da Informação, 2007, Rio de Janeiro/RJ. Anais Eletrônicos... Rio de Janeiro: IME, 2007.

GIMENES, Solange Sardi; SANTOS, Washington Romão dos; TOCZEK, Jonathan. **Matemática Viva em Ambientes Virtuais no Espaço Escolar**. Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco 2.1 (2014).

JULIATTO, Clemente Ivo. **De professor para professor: falando de educação**. Editora Champagnat, 2013.

KERNIGHAN, Brian W.; RITCHIE, Dennis M. **A Linguagem de Programação C**. Vol. 2. Englewood Cliffs: prentice-Hall, 1988.

MARQUES, Mario Osorio. **A aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1995.

MASETTO, Marcos Tarciso. **Competência pedagógica do professor universitário**. Summus Editorial, 2012.

MARTINS, Valéria Farinazzo; OLIVEIRA, Alisson José Gregório de; GUIMARÃES, Marcelo Paiva. **Implementação de um laboratório de realidade virtual de baixo custo: estudo de caso de montagem de um laboratório para o ensino de Matemática**. Revista Brasileira de Computação Aplicada 5.1 (2013): 98-112.

MANSO, António; MARQUES, Célio Gonçalo; DIAS, Pedro. **Portugol IDE v3. x**: A new environment to teach and learn computer programming. Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE. IEEE, 2010.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. Editora Novatec, São Paulo, SP, 2011.

V. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

MÍDIA, EDUCAÇÃO SEXUAL E INFÂNCIA

HAROLDO JUNIOR EVANGELISTA VIDAL[1,2], PROFª DRª MARIA DA CONCEIÇÃO SILVA SOARES[3,4]
1 – PROFESSOR MESTRE ASSISTENTE DO CURSO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA FACULDADE ESTÁCIO DE SÁ DE VITÓRIA (FESV) 2- CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TÉCNICA VASCO COUTINHO VILA VELHA, ES (SECTTI) 3- PROFESSORA ADJUNTA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO E DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO (PROPED) 4 - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ)
haroldovidal@hotmail.com, ceicavix@gmail.com

Resumo - Nesta pesquisa será apontada possíveis relações entre mídia e educação sexual, no contexto histórico-infância, propiciando problematizações que possam levar à transformação do pensar e do agir dos educadores em suas práticas pedagógicas no seu dia a dia com jovens e crianças. As crianças e os adolescentes tem o direito de serem educados, direito aos cuidados com a saúde, direito de serem amados e acolhidos, direito ao lazer, além do direito à participação social e política e a uma vida potente e afirmativa. Com esse material, espera-se desencadear nos profissionais da educação, comunidade e pais num contexto geral, reflexões sobre seu cotidiano com as crianças e adolescentes, abrindo portas para futuros trabalhos relacionados à educação sexual.

Palavras- chave: mídia, educação sexual, infância.

Abstract - In this research point out possible relationships between media and sex education, in historical context childhood, providing the problematic that can lead to transformation of thinking and acting of educators in their teaching practices in their routine with young children. Children and teenagers have the right to be educated, the right to health care, right to be loved and accepted, the right to leisure, and the right to social and political participation and a powerful and affirmative life. With this material, I hope to unleash on professional education, community and parents in a general context, reflections on their everyday life with children and adolescents, opening doors for future work related to sex education.

Keywords: media, sex education, childhood.

I.INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve como tema Mídia, Educação Sexual e Infância, com o objetivo de problematizar o conhecimento da sexualidade que é produzido pela mídia e "liberado" pela sociedade. A sexualidade ainda é um assunto pouco discutido pela família, devido aos valores pessoais, crenças, preconceitos e atitudes existentes na sociedade. Esse tema foi visto por muito tempo como algo sujo, feio e relacionado exclusivamente com genitais. Hoje, sabe-se que a sexualidade é própria do ser humano e que as pessoas tem interesses e comportamentos sexuais em todas as idades. Contudo, há uma ausência de conversas sobre sexualidade com os jovens, tanto por parte dos pais como dos professores, gerando ansiedade em relação ao assunto nas crianças e adolescentes que acabam buscando informações em outras fontes, quase sempre as menos recomendáveis no que se refere às respostas a seus anseios. Vale ressaltar, que as subjetividades são produzidas em meio às práticas e aos discursos que são criados e que circulam na sociedade, inclusive nas escolas e nas mídias, de forma que a problematização, a intervenção e a reflexão sobre essas práticas e discursos é crucial para produção de conhecimentos e processos de subjetivação implicados com o cuidado de si e com o cuidado com o outro. Mas conflito é uma coisa boa, produtiva, produz maturidade e crescimento).

II. MÍDIA, EDUCAÇÃO SEXUAL E INFÂNCIA

Ao se trabalhar o tema educação sexual na infância, é necessário compreender que a criança traz um conhecimento criado nas múltiplas redes cotidianas das quais participa (família, vizinhança, religião, mídias, atividades esportivas, entre outras) e que deve ser considerado para que, a partir deste, se articule, em novas redes, o conhecimento cientifico, ou mais precisamente, o conhecimento escolar. Assim, a educação nunca é limitada nem pela [...] experiência imediata da criança, nem pela separação entre o abstrato e a realidade que desqualificam o significado da aquisição do conhecimento que permite a compreensão e a transformação da realidade (OSORIO, 1989: p. 67).

Na sociedade ocidental, sobretudo a partir do século XVII, a criança era percebida como um ser assexuado, fato este que se interliga à ideia do sexo mau, sujo, pecaminoso, entre outras inúmeras conotações negativistas conferidas à sexualidade. Neste sentido, importa desvelar como esta ideia se manifesta no cotidiano da instituição escola[1], partindo do pressuposto de que ela não se compõe de seres fragmentados, e que tanto os educadores quanto os educandos estão presentes na sua totalidade física, psíquica, social e também sexual, e é preciso buscar um entendimento

[1] Partindo do pressuposto de que a escola não se compõe de seres fragmentados, e que tanto os educadores quanto os educandos estão presentes na sua totalidade física, psíquica, social e também sexual, é preciso buscar um entendimento de criança que contemple organicamente estes aspectos (ROCHA:1994, p.29).

ISSN 1809-3957

de criança que contemple organicamente estes aspectos (RIBEIRO, 1991: p. 29).

A compreensão das expressões e/ou manifestações sexuais de uma criança no cotidiano escolar baseia-se na aquisição de uma base científica e da perspectiva de transformação social, em busca uma nova ética e de uma educação na perspectiva dialética, na qual se pressupõe um trabalho positivo, coerente, e afetivo com as crianças.

Um tema fundamental é o desvelamento do modelo patriarcal, através do estudo das relações de gênero, uma vez que nossa sociedade caracteriza homem e mulher separando papeis e funções.

A criança imita e traz para a escola as vivências no seu dia a dia, apresentando comportamento determinado pelo modelo patriarcal. A prática escolar facilmente reforça esse sistema[2] que atribui ao gênero masculino força, coragem, esperteza, inteligência, valentia e privilégios sobre as mulheres. Elas, por sua vez, devem ser boazinhas, dependentes, frágeis, calmas, quietas, comportadas, bonitas e tolas. Assim, segue-se impondo uma visão e uma práxis maniqueísta de sociedade, onde o homem é visto como o bem e a mulher, o mal. (RAPPAPORT, 1995: p. 54).

Apesar dos padrões estabelecidos, há crianças que não se enquadram no modelo estereotipado de menino e menina. Como os modelos são entendidos como naturais, os comportamentos diferenciados são analisados sob a ótica da "criança-problema", tanto pelos adultos quanto por outras crianças. Sobre essa premissa heterossexita, Louro (2004) afirma:

> Ela supõe e institui uma consequência, ela afirma e repete uma norma, apostando numa lógica binária pela qual o corpo, identificado como macho ou fêmea determina o gênero (um de dois gêneros possíveis: masculino ou feminino) e leva a uma forma de desejo (especificamente, o desejo dirigido ao sexo/gênero oposto) (p.80).

Segundo Rappaport (1995) é preciso compreender os papeis de gênero enquanto aquisições culturais e que, por isso mesmo, podem e devem ser superados, dando significado a cooperação e a busca pela igualdade entre os gêneros. São manifestações que precisam ser trabalhadas em atividades e situações do cotidiano escolar.

Os valores da sociedade patriarcal são injustos, na medida em que pressupõem a supremacia de um sexo sobre o outro, negando oportunidades criativas e realizadoras para ambos. A busca pela superação faz-se no sentido de tornar as relações afetivas e sexuais mais solidárias e mais felizes.
Assim, ao se trabalhar com a criança na educação infantil, e nas series iniciais do ensino fundamental, é preciso superar a preocupação com listagens de conteúdos lineares, sequenciados e seriados. A criança e movimento e seu corpo, ao contrário do mundo adulto, estabelece relações com os outros - seja criança, adolescente ou adulto, sem preconceito e destituído de maldade, isso porque as diferentes formas de expressão da corporeidade infantil são do âmbito do lúdico e do prazer.

Jogos, brincadeiras, imitação, representação, teatro, dança, música e artes plásticas, de um modo geral, são de extrema importância para se trabalhar a temática sexualidade com crianças. Essa forma não inibe a criança, e permite que ela avance no sentido de superação de suas curiosidades e, com isso, manifeste novos interesses pelo assunto. (RIBEIRO, 1996: p. 56).

Nesta perspectiva, o/a professor/a exercerá a função de mediador/a entre o conhecimento que a criança possui e o conhecimento elaborado que, a priori, se supõe ser de seu domínio. Além disso, é fundamental a superação de tabus, preconceitos e crendices que consideram a sexualidade e o prazer como fontes do mal e do pecado, e por isso vistos como desconfiança.

Como diz Ribeiro (1996), toda e qualquer curiosidade sexual infantil deve ser respeitada e, a partir dela, se estabelece uma relação de confiança entre professor e aluno, no nível do diálogo, da palavra e da cientificidade que requer o conhecimento acerca da sexualidade.

Não basta encerrar o assunto com justificativas do tipo: "meus alunos não são curiosos, por isso não me compete queimar etapas", tampouco adotar uma postura de suposta neutralidade, que tem contribuído apenas para a deseducação sexual. Essa desculpa talvez serviria em tempos passados. A criança de hoje, desde muito cedo, estabelece relações diretas com imagens de vivencias amorosas, afetivas e sexuais. Exemplo disso são as imagens veiculadas pela televisão, cinema, cartazes, revistas entre outros meios de comunicação moderna. (RIBEIRO, 1996: p. 57).

É da competência do/a professor/a promover pautas interacionais em que a repressão da dúvida e da curiosidade seja abolida. Isso porque, na perspectiva vygotskyana, a boa aprendizagem é aquela que se adianta ao desenvolvimento, promovendo-o.

A ideia de que a criança "normal" era um ser assexuado, e que toda e qualquer manifestação "precoce" de curiosidade sexual enquadrava-se no âmbito da anomalia e era proveniente do modelo familiar burguês que se produziu por toda a Europa a partir do século XIX. Seus expoentes máximos são a ciência positivista e a moral vitoriana. Apesar das contribuições freudianas, inaugurando a teoria da criança sexuada, ainda nos dias de hoje profissionais da educação pautam-se na ideia de que a criança necessita ser tratada com rigor e com repressão para que se construa nela os limites morais socialmente aceitos. (RIBEIRO, 1996: p. 57).

Triste ainda é perceber que a sociedade contemporânea, ao mesmo tempo em que nega uma educação sexual voltada para a vida, impõe a uma grande maioria das crianças, jornadas intensas de trabalho forçado - no campo e na cidade - como também exclui uma parcela significativa dos direitos mais fundamentais de se viver dignamente. Ou seja, abandona crianças e jovens à revelia do cruel, da exploração e da morte. (PEREIRA, 1996: p. 35).

Educação sexual infantil passa, necessariamente, por amor, respeito e pelo direito fundamental que é a apropriação do saber. O educador José Marti (apud Tovar: 1995, p. 21) já há muito dizia: "não existe igualdade social sem igualdade de conhecimento". Portanto, negar o conhecimento à criança é negar-lhe, também, dignidade social. Dentre as manifestações de curiosidade infantil e descobertas corporais individuais e coletivas podemos citar

[2] Competentemente demonstrando por Cláudia Ribeiro no livro "A fala da criança sobre sexualidade humana: dito, o explícito e o oculto", produzido após pesquisar crianças de duas escolas públicas e uma particular da cidade de Guaxupé (MG), nos anos de 1993 – 94.

ISSN 1809-3957

as mais frequentes: masturbação[3], jogos sexuais, imitação e representação da sexualidade adulta, desenhos, gestos e palavras considerados obscenos.

O auto-erotismo infantil caracteriza-se pela descoberta do prazer localizado nos genitais. As formas mais comuns desta manifestação apresentam-se pela manipulação, pelo friccionar dos genitais em brinquedos (gangorra, cavalinho, balanço, escorregadores, entre outros) e pelo contato direto com o corpo de outras pessoas ou objetos (cadeiras, sofás, corrimãos, etc...). É importante alertar as crianças sobre os perigos ao manuseio de objetos, pois estes podem machucá-las. Convém salientar que o prazer experimentado nessa situação, embora localizado, e difuso, não se iguala ao auto-erotismo adulto. O auto-erotismo infantil é considerado pelas ciências que estudam o desenvolvimento humano como uma das tantas descobertas de prazer corporal, que acontece na vida dos indivíduos desde o nascimento.

Nessa fase na vida da criança preocupam mais os adultos, sobretudo aqueles que pensam os genitais como partes "pudendas" do corpo - por justamente a criança sentir prazer no ato de brincar. A criança fez várias outras descobertas anteriores a essa, sem com isso chamar a atenção ou levantar suspeitas de "anormalidades" ou "desvios de conduta", tão comumente confundida como ato sem pudor.

Os jogos sexuais entre crianças da mesma idade ou idade aproximada devem ser entendidos como mais uma maneira para conhecer o outro, que inclui tocar partes do corpo para estabelecer diferenças e, também sentir prazer. Esse comportamento faz parte da curiosidade infantil, tal qual abrir gavetas, portas de armários, vasculhar o que existe por trás, sob e sobre o que está encoberto.

A curiosidade é inerente a espécie humana, mas quando se refere à curiosidade sexual, e devido aos valores históricos, morais e religiosos que de certa forma moldam a cultura humana, provocam desconforto no mundo adulto, chegando a serem interpretados, rotulados e discriminados como disfunção sexual. Por isso, na educação infantil e nas séries iniciais, sugerem-se atividades de jogos corporais e trabalhos de diversas formas sobre o esquema corporal humano.

Assim o educador, ao planejar seu trabalho pedagógico, precisa analisar os materiais didáticos que trazem o corpo como tema, verificar se os mesmos omitem, por exemplo, a genitália. Nesse caso, tal omissão é considera inadequada, uma vez que está compõe o biológico humano e, portanto, precisa ser trabalhada como as demais partes do corpo. Faz-se necessário considerar o conhecimento espontâneo que a criança traz consigo, mesmo que seja um vocabulário que nomeie as genitálias por apelidos. Cabe ao professor trabalhar a variação do vocabulário da criança até chegarem à nomenclatura científica.

> Vale ressaltar que a educação sexual e processual e que não se esgota em series e/ou idades. Contudo, "costuma-se acreditar em nível de senso comum" que a sexualidade inicia-se a partir da menarca (primeira menstruação feminina) para as meninas e da polução noturna para os meninos, por serem estes fatores determinantes biológicos da pré-condição da procriação e por ocorrerem frequentemente na puberdade ou pré-adolescência. (ROCHA,1995: p. 10).

A concepção de educação sexual defendida neste documento considera que o conhecimento científico e a linguagem afetiva devam ser trabalhados /considerados a partir do ingresso da criança na escola, como uma das possibilidades de conquista da autonomia afetiva, da liberdade de escolha e de uma vida mais prazerosa. Neste sentido, defende-se que as intervenções pedagógicas devam ser planejadas e desenvolvidas pelo educador, independente das crianças[4] terem manifestado interesse, ou não, pelo tema. A imitação e a representação da sexualidade adulta entre crianças, além de ser uma manifestação de curiosidade, é, também, um indicativo de que elas já estabeleceram alguma relação com o conteúdo ato sexual.

Crianças de um passado muito recente "brincavam de papai e mamãe", "medico e enfermeira" numa tentativa, quase única, de saciar suas curiosidades. As crianças de hoje persistem nestas brincadeiras, mas estão diretamente ligadas a um mundo muito mais erotizado e sexuado. Por exemplo, os heróis dos desenhos infantis já não são mais os assexuados de décadas atrás, e as bonecas são produzidas de forma erotizada e, além disso, vem acompanhadas de namorados e por vezes grávidas.

Nesta perspectiva é importante evitar julgamentos, principalmente os precipitados, e ações repressivas que legitimam uma compreensão reduzida e equivocada do desenvolvimento infantil. Segundo Bakhtin:

> Nós aprendemos a moldar o nosso discurso em formas de gênero e, quando ouvimos o discurso alheio, já adivinhamos o seu gênero pelas primeiras palavras, adivinhamos um determinado volume (isto é, uma extensão aproximada do conjunto do discurso), uma determinada construção composicional, prevemos o fim, isto é, desde o início temos a sensação do conjunto do discurso que em seguida apenas se diferencia no processo da fala. Se os gêneros do discurso não existissem e nós não os dominássemos, se tivéssemos de criá-los pela primeira vez no processo do discurso, de construir livremente e pela primeira vez cada enunciado, a comunicação discursiva seria quase impossível (BAKHTIN, 2003: p. 283).

Um trabalho pedagógico que utilize os brinquedos das crianças, seus personagens prediletos, que pratique com elas as brincadeiras que fazem parte do seu mundo particular, pode auxiliar o processo de busca de respostas para explicar aquilo que lhes é confuso, bem como produzir conhecimentos sobre combate as violências, sem traumas, punições e repressões. Isto porque as crianças, por não terem se apropriado da forma dicotomizada do mundo privado e do mundo público, poderão manifestar suas expressões sexuais no espaço escolar, sem que isto seja um problema para elas. (NUNES, 1987: p. 27).

[3] Este termo, no presente documento, e substituído por auto-erotismo porque seu significado etimológico remete a uma visão depreciativa e machista da sexualidade (masturbar = sujar/poluir com as mãos). Auto-erotismo ou prazer solitário e a possibilidade que as pessoas tem de alcançarem o prazer sexual sozinhos e em todas as idades. Significa, também, a possibilidade de alcançar o orgasmo sem, necessariamente, envolver-se com outras pessoas. (PINTO *apud* AQUINO: 1997, p. 50).

[4] A criança é um ser individual, com personalidade própria, que necessita ser salvaguardada, quer na sua proteção, quer na sua liberdade. Ela incorpora e detalha os direitos e garantias de serem estendidos às crianças (menores de 18 anos), entre os quais estão: direitos econômicos, civis, culturais e sociais, incluindo o direito à vida, saúde, alimentação, à proteção contra o abuso e a negligência, à privacidade, associação, expressão, pensamento e à educação (ROSA: 2006, p. 68).

ISSN 1809-3957

Tocar seu corpo e o corpo do outro, imitar e/ou representar vivências sexuais apreendidas do mundo adulto devem ser compreendidas pelo educador como dimensões integradas do processo de aprendizagem e de desenvolvimento infantil, e quando ciente disso ele deve trabalhar com as crianças, para estabelecer limites de sentidos entre o âmbito do privado e público. Isto porque, na nossa cultura humana, as manifestações sexuais pertencem ao mundo privado e, por mais que sejam consideradas como uma simples demonstração de afeto, as carícias nem sempre serão bem aceitas se efetuadas em espaços públicos. Mostrar os limites dos valores humanos à criança, como eles funcionam em nossa cultura imediatista que a todo momento recebe mensagens vindas da TV, rádio, jornal e Internet "redes sociais", pode fazer com que a criança seja capaz de diferenciar atos que demonstram afeto daqueles que são considerados ridículos, abusivos ou violentos.

> Mesmo não sendo responsáveis diretos pela violência e suas manifestações, os meios de comunicação podem e devem representar um papel central em uma ampla articulação de esforços voltados para o enfrentamento do problema. No complexo processo de influência da mídia, vale lembrar, as temáticas ou enfoques privilegiados pelos meios de comunicação acabam alcançando impacto potencializado sobre a sociedade. (PACHECO, 1998: p. 48).

Compete ao educador estar atento para que não haja coação de uma criança maior sobre outra menor, garantir que haja respeito pela opção da criança que não deseja participar da atividade, e também perceber que durante as brincadeiras os desenhos, gestos e palavras obscenas manifestadas por ela constituem, na sua maioria, uma linguagem desencontrada, isto é, a criança sabe que constrange o outro, no entanto não percebe o sentido real da ofensa. Em muitos casos tal comportamento, não passa de mera imitação de gestos e palavras que, afinal, estão colocadas no cotidiano dela, em sua casa, na rua, ou até mesmo nos programas de televisão aos quais assiste.

> O papel principal dos educadores (independente do nível que atua educação infantil, ensino fundamental, médio ou superior) diante da televisão, é o de ensinar os indivíduos a verem TV, possibilitando a estes, instrumentos de criticidade, programações de relevância, reflexões sobre o assistido na instituição e em casa. (ADORNO,1995: p. 79).

O desenho na educação infantil e nas séries iniciais, representa, sobretudo, uma necessidade de a criança expor suas fantasias e vivências compondo o seu processo de representação dos indivíduos e da cultura em que vive. É comum que "solicitada a desenhar uma pessoa, (...) ela faça o desenho representando o próprio sexo" (RIBEIRO, 1996: p. 111). Assim como desenha uma casa onde as paredes não impedem que se veja os móveis e utensílios dentro do ambiente, ela também representa os seres humanos como se as vestimentas fossem transparentes.

Nas séries mais avançadas, os desenhos podem, muitas vezes, significar uma forma de exprimir a ansiedade de quem não consegue falar, dialogar, criar e/ou esclarecer, junto aos adultos, suas curiosidades. "Não é uma tarefa fácil, por que se não veem em casa, veem na casa dos amigos, dos vizinhos, e com esse argumento muitos pais simplesmente desistem de controlar o que seus filhos estão assistindo. Os pais têm que exercer seu papel de educadores e não deixar que a que a TV[5] eduque suas crianças, virar as costas para o problema não é a solução, é dever e obrigação dos pais ver e acompanhar o que seus filhos estão assistindo, e colocar limites". (MONTEIRO, 1998: p. 130).

Quando uma criança chega à escola, mesmo tendo pouca idade, traz conceitos do mundo cotidiano, onde as falas, os sistemas simbólicos sexuais da cultura estão basicamente apoiados por três abordagens: médico-higienista (ex.: use a camisinha); consumo (ex.: apelos sexuais para vender inúmeros produtos) e ético/moral proibido/pecado/sujo (ex.: vivências de negação dos genitais e/ou outras posturas repressivas em relação à sexualidade).

Uma educação sexual transformadora pressupõe uma nova ética e uma nova moral. Para tanto, a criança necessita apropriar-se do conhecimento científico e associar a sexualidade à afetividade, a partir de sua própria experiência, por isso cabe ao educador considerar a vivência que constrói a própria sexualidade e afetividade de cada criança. Assim o educador terá também, possibilidades de lidar com as manifestações sexuais percebidas pela nossa sociedade como deserotizadas, proibidas e mecanizadas, resignificando-as com afetividade, respeito, solidariedade e conhecimento cientifico.

Inúmeras são as questões referentes à educação sexual infantil, mas pela limitação deste Documento, apontam-se aquelas mais amplas e fundamentais como um nome que desencadeie a vontade política e pessoal, o estudo e o aprofundamento necessários para que se concretize uma educação sexual que se contraponha a deseducação posta e inumanamente internalizada/ naturalizada.

III. ORIENTAÇÃO SEXUAL NAS ESCOLAS, IMPORTÂNCIA DO PSICOPEDAGOGO NA ORIENTAÇÃO SEXUAL

O psicopedagogo é um profissional que tem uma formação que lhe possibilita compreender o desenvolvimento humano e o desenvolvimento da sexualidade, que é uma parte do desenvolvimento da pessoa; além disso, o psicopedagogo tem potencialmente os conhecimentos teóricos sobre como facilitar a aquisição dos conhecimentos sobre estes temas.

Segundo Bossa (2007), "a questão da formação do psicopedagogo assume um papel de grande importância na medida em que é a partir dela que se inicia o percurso para a formação da identidade desse profissional" (p.63). Na citação, podemos perceber quão importante é identificar a formação do profissional em psicopedagogia. A construção da identidade do psicopedagogo está correlacionada com a própria identidade da Psicopedagogia. Para fortalecer as ideias anteriores, citamos Masini 2006:

> A identidade da psicopedagogia não está ainda bem delimitada como área de estudos, apesar de décadas de existência, no Brasil e na Europa, comprovadas em livros

[5] (...) A televisão é o primeiro verdadeiro teatro das mas as, não só pelo vasto número de pessoas que alcança mas também porque quase tudo na televisão toma forma de uma narrativa, não de uma argumentação ou de uma sequência de ideias. A política se torna uma historieta; a notícia, uma historieta; o comércio e a religião, uma historieta. Até a ciência se torna uma historieta. (...) (POSTMAN, *op. cit*., p. 128)

> e revistas especializadas. Permanecem discussões e em bates com pares, em meio a mal entendidos sobre fins, locais, modalidades e recursos de atuação. (MASINI, 2006: p. 249).

Isto posto, o trabalho com orientação sexual na escola, embora não seja tarefa única e exclusiva do psicopedagogo, é de sua competência, pois cabe a ele orientar as práticas de educação sexual. No entanto, o que observamos nas poucas escolas que desenvolve trabalhos em educação sexual o professor é quem prepara e organiza as atividades.

IV. ATÉ QUE PONTO UMA SEXUALIDADE MAL RESOLVIDA, MAL DIRECIONADA OU EQUIVOCADA ATRAPALHA NA APRENDIZAGEM?

De acordo com Pinto (2004) a sexualidade interfere muito na questão da identidade, principalmente do púbere e do adolescente, e assim interfere no processo de aprendizagem. O jovem que pode ter um pouco mais de conhecimento de si, de sua sexualidade, passa a ter um maior desenvolvimento escolar, melhor desenvolvimento de aprendizagem, na medida que a relação entre auto-conhecimento, sexualidade e aprendizagem é muito grande. Outra questão essencial para que alguém aprenda ou que se disponha a aprender é a curiosidade. Parte da curiosidade tem a ver com a sexualidade, então, se abrimos o caminho para a curiosidade acerca da sexualidade, abrimos também caminho para a curiosidade sobre o mundo, curiosidade científica, curiosidade filosófica, curiosidade à cata de conhecimento. (PINTO, 2004).

Na nossa cultura, uma das portas mais fechadas para a curiosidade é a que diz respeito à sexualidade. Não há ninguém em nossa cultura que lide tranquilamente com a sexualidade, existem aquelas pessoas que lidam com mais facilidade e outras com menos, mas para a maioria das pessoas o tema ainda é difícil. A diferença entre educação sexual e orientação sexual segundo Suplicy (1999).

Segundo Pinto (2004) as crianças não podem perguntar, os pais ainda ficam morrendo de medo sobre o que e como responder, e o que não responder. O adolescente não tem espaço para perguntar nem tampouco a confiança de que receberá respostas honestas. A sexualidade é um dos aspectos mais importantes da personalidade, mas acaba ficando confinada a um saber que muito raramente pode ser confirmado por fontes confiáveis.

Ouvimos falar de sexo enquanto tabu há 30 anos, hoje ligamos a TV e vemos cenas de sexo, sem falar naquelas que são tratadas com mau gosto. Já se fala abertamente em erotismo, sexualidade nas novelas, filmes e programas de forma geral. Ainda hoje o sexo é um tabu, ou é um assunto que temos carência de especialistas, de currículo, e de formação para orientar o jovem?

> As novelas, minisséries, seriados ou episódios contam histórias do cotidiano. Ao abordar conflitos pessoais ou sociais comuns, prendem a atenção pela previsibilidade ou pelo humor. Essa relação entre o real e o imaginário atrai os telespectadores, que se identificam com situações ou personagens. A aproximação com a vida real fornece rico material para discutir valores e comportamentos. (ORTIZ, 1989: p. 70).

Essas questões ainda são um tabu, embora felizmente não tanto quanto antes. Ainda assim, é muito difícil achar uma família que converse abertamente sobre sexualidade. Na televisão temos até programas bons, mas a TV tem um limite, o limite da informação, já que ela não tem a possibilidade de facilitar o acesso ao conhecimento.

> A TV não concorre para diminuir esse pré-conceito deveria, mas não diminui porque é um tabu muito antigo, muito arraigado, temos toda força das religiões de forma geral, com raríssimas exceções, que trazem mais tabus, por ser uma área dificílima em nossa cultura. (PINTO, 2004: p. 113).

V. A EROTIZAÇÃO PRECOCE NA MÍDIA PODE CAUSAR PREJUÍZOS A UM DESENVOLVIMENTO SAUDÁVEL DA SEXUALIDADE NA CRIANÇA?

O que vemos em grande parte da mídia é um reflexo da sociedade narcisista na qual a sexualidade que nos é apresentada pelas mídias, na maioria dos lugares, é a sexualidade narcísea, baseada na aparência e na conquista do poder sobre o outro, tanto para homens como para mulheres.

Nesse sentido, a orientação sexual é importante porque ela facilita os questionamentos sobre sexualidade e possibilita a adesão de um outro tipo de ideologia sexual. Segundo Pinto (2004), a educação sexual tem a função de, em seu trabalho regular, possibilitar ao jovem reorganizar sua ideologia sobre a sexualidade. Esse trabalho não deve ser feito só com o adolescente, mas também com os pais, pois grande parte das dificuldades não vem da mídia, vem dos pais.

Não há ninguém em nossa cultura que lide tranquilamente com a sexualidade. Existem pessoas que lidam com mais facilidade e outras com menos, mas para a maioria das pessoas o tema ainda é difícil.

Sabemos da importância de explorar com curiosidade os prazeres corporais ligados à sexualidade, assim como entender a sexualidade como algo mais do que a relação sexual, não só o ato sexual. Deve-se levar em conta a questão do erotismo, da sensualidade, da importância de um bom contato corporal, mas principalmente devemos entender que a sexualidade é um meio para nos relacionamos com o outro, não é um fim em si mesma, como tratada pela cultura narcisista. Lidar bem com a sexualidade é entender que esse é um caminho, na maioria das vezes, gostoso: há diferentes experiências, umas são boas, outras não, mas geralmente é gostoso se a pessoa tem a liberdade de ser curiosa. (PINTO, 2004).

Ao pesquisar a respeito da sexualidade é perceptível que o que mais falta em nossa cultura é o respeito à curiosidade, e isso é ruim porque a curiosidade é a base do desejo de aprender.

É apreciável os conceitos de Winnicott e do Eric Neumann, que falam sobre a importância do primeiro ano de vida, quando a relação mãe e filho é muito estreita. Aí começa a aparecer a importância da curiosidade, pois a mãe que tem a liberdade de ser curiosa fica mais atenta ao filho. Já a mãe que tem menos curiosidade fica mais presa às regras de cuidado, e vocês já notaram quantas regras existem para as mães nos dias de hoje? Existem manuais, do tipo faça assim, faça assado, que acabam gerando dificuldades para a pessoa descobrir-se e descobrir o outro.

ISSN 1809-3957

Enio Brito Pinto (citado por Pinto, 2004: p. 54) psicopedagogo faz referência aos questionamentos das mães quanto à sexualidade das crianças:

> Uma das coisas que mais observo em terapia, vendo crianças e mães, é o questionamento: será que fiz certo? Será que fiz errado? Quem tem uma curiosidade livre não tem certo, não tem errado, ela consegue fazer o que é bom, o que é suficientemente bom. O combate à curiosidade começa desde cedo, e já começa pelos pais. É o pai (ou a mãe) que não consegue ter curiosidade sobre o que é e como é ser pai (mãe), que não saboreia o começo da paternidade, que adota posturas previamente determinadas, como se sua experiência a cada momento não lhe fosse instrumento suficiente para lidar com o filho. Isso acaba gerando um embotamento da curiosidade da criança.

Nossa cultura tende a buscar muito a segurança, como se a vida pudesse ser segura, e a vida não é, a vida é risco o tempo todo. Os manuais dão uma falsa impressão de conhecimento, que acaba por inibir o experimento diante da vida. A vida é uma passagem que fazemos nesse mundo para experimentar, lógico que não significa sair experimentando qualquer coisa loucamente, mas saber que não temos garantia para o amanhã, que temos o agora, temos uma história, temos desejos, projetos de futuro, sentimentos e nossas reflexões, temos nossa corporeidade, e principalmente temos a possibilidade de nos conhecermos suficientemente bem, o que só alcançamos quando nos permitimos experimentar na vida.

VI. COMO FICAM OS FILHOS DE PAIS QUE NÃO LIDAM BEM COM SUA SEXUALIDADE?

A maneira como os pais lidam com a própria sexualidade interfere de forma significante no modo que os filhos desenvolverão sua identidade sexual. Há muito que se fazer para auxiliar os pais a lidarem melhor com a própria sexualidade e, com isso, com a sexualidade dos filhos.

Uma possível sugestão aos pais é a participação de palestras, discussões etc., para que eles possam incrementar sua própria vivência da sexualidade. Se esses pais não buscam um maior auto-conhecimento quanto à própria sexualidade, tenderão a evitar – ainda que implicitamente – o contato com a sexualidade dos filhos. Então, essa criança vai procurar em revistas, televisão, jornal, entre os pares, a informação que necessita. Vai procurar com adultos, se tiver possibilidade, o que é relativamente raro, mas grande parte vai guarda dentro de si, como uma pedra engolida, o não saber (PINTO, 2004).

A Psicologia da forma como é feita hoje, segundo (PINTO, 2004), é muito elitista. Essa coisa de consultório é para muito poucos; ela tem conhecimento, tem informações, tem colaborações para o mundo de uma forma mais ampla.

A educação sexual é um trabalho preventivo, pois acredito que muitas dores provocadas pelas neuroses podem ser prevenidas a partir de uma boa orientação sexual. O profissional que se propõem trabalhar com a orientação sexual deve ser um especialista que vai à escola somente para fazer orientação sexual, e não ser um avaliador. O problema de se colocar um professor para trabalhar a orientação sexual na escola, é justamente o fato de ele ter poder de avaliação.

As escolas, de maneira geral, ainda lidam de forma muito velada com a sexualidade.

> Penso que é preciso que se crie coragem para ampliar o espaço da orientação sexual regular, embora com alguns cuidados. Eu começo o livro apontando alguns desses cuidados, como, por exemplo, o risco da orientação sexual tornar-se algo normativo, onde não haja espaço para o jovem descobrir seus próprios valores. (PINTO, 2004: p. 185).

O desafio é despertar a curiosidade dos alunos para eles irem à aula. A curiosidade sobre a sexualidade ele já tem, tem que ter a curiosidade para ir aula e lá encontrar um ambiente favorável e confiável para sanar suas dúvidas.

O contato com o próprio corpo, fato que a educação nos dias de hoje ainda ignora é outro ponto a ser trabalhado pelo profissional de educação sexual. Consideramos contato com o corpo não apenas fazer exercícios físicos, noção corriqueira em nossa cultura, mas o contato no sentido do conhecimento do próprio corpo. A pessoa – a criança, o jovem e o adulto – que tem um contato corporal melhor, aprende melhor.

A aprendizagem é feita pelo corpo todo, o corpo aprende, somos um corpo, e a educação tradicional despreza o corpo, busca só uma aprendizagem intelectual. A orientação sexual é uma das formas de propiciar ao aluno um maior conhecimento sobre seu próprio corpo, é uma das formas de lidar com mudanças que afetam o corpo inteiro, tanto no aspecto físico quanto intelectual pois a prática da orientação sexual preocupa-se com o sentir e o perceber. Essa ideia da integração de cada pessoa como um organismo é uma ideia que defendo sempre na aprendizagem, pois a aprendizagem se dá no corpo inteiro.

A masturbação, que faz parte da descoberta do próprio corpo e dos prazeres da criança, ainda hoje reprimida de forma traumática. A criança ainda busca um prazer sensual (o prazer sexual é para o adulto e o adolescente), e a masturbação é uma forma básica importante de autoconhecimento corporal, mas a maioria das pessoas ainda reprimem a criança e o jovem que se masturbam, o que é ruim.

Seria bom que não houvesse repressão, mas, por outro lado é preciso fazer que a criança entenda que a masturbação é uma coisa íntima. Assim como ensinamos a criança que há uns lugares específicos para determinadas práticas pessoais, a masturbação pelo seu carácter íntimo não deve ser praticada em contexto públicos. A criança leva mais tempo para entender isso, o jovem entende rápido, principalmente se desde criança isso lhe foi explicado. (PINTO, 2004).

Mas é preciso dizer a essa criança que ela pode, que a masturbação não é proibida, mas é uma prática íntima, é um momento de solidão mesmo, de uma boa solidão. Esse é um cuidado necessário pois devemos deixar claro para a criança que ela não é proibida de se masturbar, que ela pode mexer em seu corpo (em seus órgãos genitais) porém há lugares onde tal prática não se aplica. Depende da criatividade da família em ensinar isso, mas que fique claro que ela pode mexer sim, que é gostoso e importante, mas tem lugar.

ISSN 1809-3957

VII. AS OPORTUNIDADES QUE OS PROFESSORES TÊM PARA OUVIR SITUAÇÃO INESPERADA E CARREGADA DE TENSÃO ENVOLVENDO A SEXUALIDADE

Podemos entender por carinho a disponibilidade pessoal do professor para atender às demandas que recebe em relação do assunto. E mais: vamos entender por carinho a possibilidade de o professor aplicar a formação que recebeu para ser multiplicador de preciosas informações e atitudes que irão contribuir com a vida prática de seus alunos.

Conforme Sayão, (1995: p. 271) "infelizmente, em lugar de carinho, o professor tem é carência". Carência de informações, carência de formação especializada, carência de conhecimentos na maneira de abordar o tema sexualidade com crianças e jovens em cada etapa específica do desenvolvimento. E ao se defrontarem com sua carência, como encontrar carinho para atender aos alunos? O que resta, para muitos professores é expressar afeto nas respostas. Mais não é só disso que alunos precisam.

Na relação aluno e professor o afeto pode estragar a chance que o educador tem de ser uma referência confiável pelos alunos, uma instância diferente dos pais. O que os pais querem para os filhos? O bem deles, é claro, que se resume em uma vida saudável, feliz, realizada. E poderia ser diferente? O grande problema é que o bem que os pais querem para os filhos nem sempre leva em consideração os filhos, com seus modos particulares de viver e pensar, os valores que ainda estão se formando, e com a busca do próprio caminho. Quase sempre esse bem tem como referência a vida dos próprios pais, e essa diferença pode ser alienante, e assim transformar-se em dificuldade na educação sexual. (SAYÃO, 1995: p. 272).

Pois bem, quando um professor no contato com os jovens reproduz esse esquema dos pais e passa, também, a querer que seus alunos se deem bem na vida, inclusive sexual, tudo o que poderia acontecer de positivo no desenvolvimento do aluno nessa área pode se transformar no contrário.

Um exemplo que pode esclarecer melhor essa dinâmica. Uma jovem adolescente de 12 anos pergunta a um professor, com quem tem um bom relacionamento, em quem confia e, portanto, respeita, por que algumas garotas são chamadas de galinha pelos meninos. Em fração de segundos, que nem mesmo permite que o professor se dê conta, ocorre o pensamento de que a aluna, de quem ele gosta tanto, precisa aprender a não se comportar como tal. E lá vem sermão: galinha é a garota que não se respeita, que fica com todo mundo, que isso, que aquilo. Tudo com o maior afeto do mestre. Mas sem carinho. Pois, caso a garota identifique o próprio comportamento com o conceito expresso pelo professor ou tenha sido chamada como tal ou venha, algum dia, a se comportar assim, vai se considerar uma galinha. O preconceito é ratificado pelo mestre.

O professor, sem perceber, acaba por contribuir para que a aluna fique submetida mais ainda aos valores impostos. Um outro exemplo para ilustrar melhor a situação e fazer com que os professores sejam capazes de perceber tudo que está em jogo em um diálogo simples e curto sobre a sexualidade com seus alunos o de uma garota que confidencia à sua professora preferida que uma grande amiga engravidara e, tendo tentado um aborto doméstico, havia ido parar no pronto-socorro com hemorragia violenta. A garota está angustiada com a gravidade do estado de saúde da amiga e busca conforto e suporte junto à professora, que percebe o pedido e se dispõe a conversar com a aluna, com maior afeto. (SAYÃO, 1995: p. 271).

Tudo perfeito até aqui, inclusive a disponibilidade pessoal da professora em aceitar exercer mais esta função, a de orientadora, para a qual não tem tempo previsto nem formação. A conversa flui bem, a aluna vai se sentindo mais aliviada, até que, por convicção e não descuido, a professora diz que a prática do aborto é o assassinato de um filho. Tudo acabado. (ERICKSON, 1987: p. 34).

O conceito expresso nesta frase supõe uma atitude moral, um valor, uma religiosidade - da professora, e que todos nós temos, mas que deve ser exercido em nossa vida pessoal, em nosso comportamento. Muitos acreditam que temos a obrigação, principalmente nesta época em que observamos uma falência séria de vida digna e comportamento responsável nos grupos sociais em que vivemos, de expressar e reproduzir a noção de ética. Só que no relacionamento professor-aluno existe uma relação de autoridade. Quanto mais próximo o aluno de seu professor, maior a tendência da identificação.

Agora imaginem vocês como uma frase simples como a dita pela professora pode interferir na vida de quem a ouve. A jovem está apenas começando um percurso próprio de vida. Nesse caminho, ela precisa de informações objetivas para poder encontrar e criar seus próprios valores e aprender a respeitá-los. A família, ao educar, qualquer que seja o tipo de educação que aplique, impõe aos filhos a observância, dos valores que julga importantes até a adolescência. É a partir dessa fase que os jovens começam a questionar pais e adultos. "Aborrescentes", "rebeldes sem causa" são expressões que mostram o quanto é difícil para os pais suportar esse rompimento. Mas é preciso. (TIBA, 1994: p. 15).

Usando a autoridade que tem diante da aluna, a professora pode até estar procurando difundir valores nos quais acredita, além de, claro, querer que a aluna veja o aborto como uma situação estressante e arriscada, a ser evitada. O que pretende a professora é bendito, mas a forma é maldita. Ela agiu como mãe, impondo um modo de pensar (e talvez agir, dependendo do grau de confiança que a aluna depositava nela) e perdeu a oportunidade de ser a orientadora, que mostra e questiona todas as possibilidades existentes, mas não abre nenhuma porta mostre ser esse o caminho verdadeiro.

Embora os exemplos apresentem duas situações de bastante impacto, devemos concordar que elas são muito frequentes. As perguntas variam, as respostas se apresentam de formas diversas, mas realçamos a dinâmica envolvida nesse processo que é o de alguém que precisa de informações e tem como resposta conceitos carregados de valores e preconceitos, dentro de um relacionamento em que há explícita e/ou implicitamente, o exercício de autoridade. (SAYÃO, 1995: p. 273).

Outra situação muito comum e que provoca reações emocionais intensas é o mal-estar que os professores sentem quando ouvem a chamada linguagem chula ou vulgar, a qual os alunos fazem uso quando, desajeitadamente, tentam conversar com professores sobre o tema da sexualidade.

Como foi dito anteriormente, os alunos já chegam à escola com um arsenal de informações, dúvidas e posturas que trazem de casa. Mas como, ainda, na maioria dos lares

ISSN 1809-3957

brasileiros, o assunto é tabu e não é tratado com naturalidade, é mesmo na rua e em conversas sussurradas que nossos pré-adolescentes e adolescentes podem falar com mais liberdade de suas sensações, vivências e fantasias sexuais. (PILON, 1987).

Os mestres sabem o quanto está difícil hoje manter o seu lugar. A situação social do país, a grande dificuldade dos pais em educar seus filhos, o baixo salário dos professores e seu atual status social - ou melhor, a ausência dele, o baixo nível de qualidade de ensino nas universidades, a baixa estima dos professores, a má qualidade do patrimônio escolar etc, são elementos que contribuem para dificultar o trabalho dos professores.

Apesar de os professores, de qualquer ramo do saber, trabalharem com relacionamento, pouco sabem eles da psicologia do desenvolvimento e das relações humanas. Sim, existem a disciplina da educação e outras que, infelizmente, pouco ou nada oferecem de prático aos alunos, futuros professores. Afinal, quando será que a Universidade, em especial, e as escolas, em geral, vão se lembrar que existe uma realidade externa a elas, e que é lá que os futuros profissionais vão atuar? E sobre a sexualidade dos alunos, então? Quem é que se lembra ou ousa falar sobre isso com os futuros professores? Tema via de regra solenemente ignorado, como se isso pudesse, magicamente, fazer com que o fato deixasse de existir, mas não é o que acontece.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa abordou o tema Mídia, Educação Sexual e Infância e buscou estabelecer orientação e esclarecimento sobre este tema, que muitas vezes torna-se difícil para o professor e pais, frente às manifestações dos alunos. Os objetivos traçados neste artigo obtiveram um resultado convincente e satisfatório, pois através da prática pedagógica confirmou-se o entendimento, diante de situações onde o aluno manifesta a sua sexualidade que tanto é explorada pelos veículos de comunicação de massa (jornais, revistas, rádio e TV) e pelas novas mídias. Muitas vezes os professores por não saberem lidar com a própria sexualidade, precisam de cursos e palestras para que auxiliem na resolução de seus problemas e possam então ajudar os alunos a tirar suas dúvidas e curiosidades referentes ao tema.

Com relação à mediação professor-aluno, confirmou-se que a interação que se estabelece em um ato educativo precisa ser significativa para ambas as partes, principalmente no que se refere à sexualidade que é a base deste estudo. Por isso, faz-se necessário desde cedo trabalhar a sexualidade infantil, levando aos pais muitas vezes inseguros da própria sexualidade, tranquilidade e esclarecimentos, que são indispensáveis para a construção de uma personalidade livre de preconceitos históricos.

O tema desta pesquisa não se encontra completamente desenvolvido. Assim, entre tantas lacunas, sugere-se um estudo mais aprofundado sobre a influência da educação sexual transmitidas pelos pais a seus filhos, já que a educação manifesta-se na escola e muitas vezes é contrária a educação transmitida pelos professores.

IX. REFERÊNCIAS

ADORNO, T. W. **Educação e emancipação.** São Paulo: Paz e Terra, 1995.

BAKHTIN, M. **Estética da Criação Verbal**. [1979] Trad.: Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

ERICKSON, E. H. **Identidade, juventude e crise.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

LOURO, Guacira Lopes. **Um corpo estranho. Ensaios sobre sexualidade e teoria queer.** Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

MASINI, Elcie A.S. e Moreira, Marco A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos.** São Paulo: Vetor Editora, 2008.

MONTEIRO, Marialva, BATISTA, Lucinéia. **Trama do olhar**: Cadernos da TV Escola. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação à Distância, 1998.

NUNES, A César *et al*. **Educação Sexual da Criança**. Campinas-SP: Ed. Autores Associados, 2000.

OSÓRIO, L. C. **Adolescente hoje**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.

ORTIZ, R. et alli. **Telenovela - história e produção**. São Paulo: Brasiliense, 1989.

PACHECO, Elza Dias. **Televisão, criança, imaginário e educação.** Campinas, SP: Papirus, 1998. (Coleção Papirus Educação).

PEREIRA, Yara C. C. **Concepção da relação aprendizagem e desenvolvimento subjacente a pratica dos professores em ensino de ciências nas series iniciais do I Grau (1ª a 4ª series).** Dissertação (Mestrado em Educação). Florianópolis: UFSC, 1996.

PILON, A. F. **Cultura e sexo: expressões do projeto de vida. Comunicação apresentada durante o "Programa Nacional de Treinamento em Educação da Sexualidade",** promovido pelo MEC, Brasília (DF), 1987.

PINTO, Heloysa Dantas de Souza. **A individualidade impedida: adolescência e sexualidade no espaço escolar.** In: AQUINO, Julio Groppa (Org.). **Sexualidade na escola: alternativas teóricas e práticas.** São Paulo: Summus, 1997.

RAPPAPORT, Clara. **Encarando a adolescência.** São Paulo: Ática, 1995.

RIBEIRO, M. (org.) **O prazer e o pensar**. V.2. São Paulo: Gente, 1999.

RIBEIRO, M. (org.) **Educação sexual**: Novas Ideias Novas Conquistas. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos 1993

ROCHA, Julia S. da**. Educação sexual na infância: uma área emergente.** (Monografia especialização em Ação Integrada dos Especialistas em Assuntos Educacionais). Florianópolis: FAEDA/DESC, 1994

SAYÃO, Yara. **Orientação sexual na escola: os territórios possíveis e necessários.** In: AQUINO, Julio Groppa (Org.). **Sexualidade na escola: alternativas teóricas e práticas.** São Paulo: Summus, 1997.

SUPLICY, Marta et al. **Sexo se aprende na escola.** São Paulo: Olho d'Água, 2000.

TIBA, I. **Adolescência: o despertar da sexualidade.** São Paulo: Gente, 1994.

X. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

"INCLUSÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS": O DESAFIO DO EDUCADOR CONTEMPORÂNEO

ROSANGELA SILVEIRA DA ROSA, ELCIO SCHUHMACHER, MAURICIO CAPOBIANCO LOPES
UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU - (FURB)
rosangelasilveira_31@hotmail.com, elcio@furb.br,
mclopes@furb.br

RESUMO: ***O presente trabalho objetiva explicitar os obstáculos encontrados pelo educador contemporâneo ao confrontar-se com o paradigma da inclusão digital em seu cotidiano pedagógico. O artigo busca reportar as principais dificuldades enfrentadas na adesão destes recursos tecnológicos, bem como, busca apontar sugestões que venham a contribuir com a prática educativa dos profissionais da educação. Aborda a evolução da alfabetização tecnológica no contexto educacional, bem como dá sugestões de como utilizar os canais da web para realizar uma aula interativa e colaborativa. A conclusão aponta para a necessidade de uma maior atenção das políticas públicas quanto a administração e/ou gerenciamento do processo de inclusão digital no contexto educacional, haja vista que ainda existem educadores que não estão habilitados para trabalhar com este novo conceito de mídia educativa e a oferta de recursos tecnológicos não atende a totalidade da demanda de aprendizes. Conscientizar o profissional da educação, quanto a relevância de utilizar-se dos atuais recursos midiáticos digitais que contribuem não só para o desenvolvimento cognitivo dos aprendizes, mas também servem como estímulo para a participação do aluno na construção coletiva do conhecimento, também constitui o escopo do nosso artigo.***

Palavras-chave: tecnologias digitais, educador, inclusão digital, desafios, alfabetização tecnológica.

I. INTRODUÇÃO:

Atuar como professor de ensino básico em escolas públicas nos dias de hoje, tornou-se uma tarefa nada fácil de desempenhar. Prender a atenção, bem como, despertar o interesse de uma turma de 35 alunos, com energia o suficiente para deixar o professor exausto no final do expediente, requer um planejamento muito bem estruturado, de forma que os aprendizes sintam-se interessados para adentrar o conteúdo, objeto de estudo na aula.

Contudo, o que se observa na atualidade, é que muitos profissionais da educação não estão capacitados para atender esta nova demanda de aprendizes oriundos da geração Net (Buckinghan 2010; Prensky 2001; Silva e Claro 2007), haja vista, que alguns alunos, devido a sua rotina interativa nas interfaces da web, muitas vezes encontram-se mais atualizados em determinados assuntos, do que os próprios professores.

Não objetiva-se aqui, criticar os professores, mas sim argumentar sobre o paradigma de inclusão das tecnologias digitais no cotidiano pedagógico e os desafios encontrados pelos mesmos na adesão e utilização destes recursos. Compreender e aderir a evolução tecnológica, constitui-se no maior de todos os desafios para grande parte dos educadores, já que as dificuldades para implementação de tais recursos na prática educativa são diversas.

Este artigo foi elaborado por meio de uma prática investigativa, na forma qualitativa, de cunho bibliográfico, através do qual pesquisou-se sobre os principais desafios que assolam os professores da atualidade frente as tecnologias digitais e a partir destas dificuldades, procurou-se criar alternativas, no sentido de contribuir para uma prática pedagógica que venha a atender a atual demanda de aprendizes originários da geração digital.

São vários os desafios que o educador da contemporaneidade enfrenta ao confrontrar-se com estas novas tecnologias digitais, destacando-se neste contexto: pouca habilidade ou capacitação técnica para trabalhar com estes recursos; pouca oferta de formação continuada para fomentar o ensino nesta perspectiva; ausência de um currículo que contemple o uso de recursos digitais no cotidiano pedagógico; poucos computadores na escola comparados a demanda de alunos; poucos técnicos para dar suporte e realizar a manutenção dos mesmos; dificuldade de acessar a internet na escola; poucos investimentos em softwares educativos e o descompasso das políticas públicas, no que tange a administração e/ou gerenciamento destes recursos tecnológicos no processo de inclusão digital.

Pautada em referenciais bibliográficos, procurou-se neste artigo, identificar os principais desafios encontrados pelo educador de ensino básico, ao buscar a inclusão digital em sua prática educativa, bem como, ressaltar a importância da alfabetização tecnológica dos profissionais da educação, visando a contextualização dos conteúdos e as contribuições acerca da utilização destes recursos no cotidiano pedagógico.

ISSN 1809-3957

II. OBSTÁCULOS ENCONTRADOS PELO EDUCADOR NO PROCESSO DE INCLUSÃO DIGITAL

Vive-se em um mundo globalizado em que pelo uso das tecnologias digitais é possível conectar-se com os mais diferentes povos, com eles trocar experiências acerca da cultura e realizar as mais incríveis facetas, que no passado nem se imaginavam existir. Contudo, no contexto educacional, a inclusão destes recursos no cotidiano pedagógico, ainda se constitui num obstáculo para muitos educadores (BUCKINGHAN, 2010).

Bassani *et al*. (2013), em sua obra: "Práticas Pedagógicas com a web 2.0 no ensino fundamental", relata que em pesquisa realizada em 2011, pelo Comitê Gestor da Internet (CGI), os resultados apontaram que o uso efetivo do computador, bem como da Internet pelos educadores em sua prática educativa, ainda constitui-se num desafio para a educação, haja vista que as dificuldades com infraestrutura e formação de professores ainda são grandes.

A priori, considera-se importante abordar acerca da necessidade de conscientização de alguns profissionais da educação, que mantém suas metodologias de ensino alicerçados na pedagogia da transmissão, acostumados a perceber-se como a fonte maior de informações e transmissor de conhecimento, quanto a relevância de se trabalhar conteúdos curriculares utilizando-se das tecnologias digitais. Pois, de acordo com Rocha (2008), o professor não deve ter receio da possibilidade de autonomia do aluno para buscar outras fontes de conhecimento, haja vista, que no lugar do professor que ensina, na contemporaneidade, surge o professor que faz aprender, tornando-se mediador no processo de ensino-aprendizagem.

Tendo consciência da importância de conhecer e saber utilizar o potencial educativo, que as mídias digitais oferecem ao processo de ensino e aprendizagem, os profissionais da educação convivem então, com outros desafios, tal como a insuficiente oferta de capacitação técnica de professores para trabalhar com estas tecnologias, tendo em vista a chegada constante de novos professores para compôr o quadro docente das escolas (MAIA & BARRETO, 2012) e a evolução das tecnologias no contexto de uma sociedade globalizada. Desta forma, os educadores sentem-se inseguros (ROCHA, 2008) e muitas vezes chegam a ignorar estas tecnologias.

Nesta perspectiva, observa-se a necessidade de fomentar os esforços para alfabetizar tecnologicamente todos profissionais da educação, de forma que estes, possam utilizar-se das tecnologias digitais no processo ensino-aprendizagem de forma segura e significativa, buscando contextualizar o conteúdo curricular. Todavia os cursos de formação devem ocorrer de forma contínua, buscando acompanhar a evolução tecnológica, para que não se corra o risco de subutilização destes recursos.

Com pouca habilidade para monitorar uma aula estruturada, com auxílio das mídias digitais, alguns professores as utilizam somente para digitar textos do Word e construir planilhas no Excel, desperdiçando todo o potencial educativo da internet (BUCKINGHAN, 2010; BASSANI *et al*., 2013) que conforme (Tapscott, 1999), tem o poder de conectar o indivíduo ao mundo.

Ademais, os currículos utilizados atualmente pelas instituições educacionais, não contemplam atividades didáticas que utilizem os recursos tecnológicos midiáticos disponíveis na escola, tornando assim, as práticas pedagógicas expositivas, cansativas e desestimulantes para os alunos.

De acordo com Macedo & Behar (2005):

> Para que o sujeito aprenda, é necessário que ele enfrente ativamente os problemas, assim ele obriga, de certa forma, que seu cérebro sofra reestruturações. Mas numa aula puramente expositiva o aluno fica com dificuldades para entender, pois não construiu estruturas suficientes para estabelecer relações com o que está sendo dito (MACEDO & BEHAR, 2005 p.09)

Outrossim, os laboratórios informatizados que encontram-se disponíveis nas escolas públicas atualmente, também constituem-se num desafio para a maioria dos educadores (BUCKINGHAN, 2010), tendo em vista, que além de haver apenas um laboratório de informática para toda escola, existem poucos computadores para atender a todos os alunos (BASSANI *et al.*, 2013). Ainda a este quadro difícil de inclusão, pode-se acrescentar a baixa velocidade de conexão e a minoria de técnicos contratados pelas Secretarias de Educação, para dar suporte a estes laboratórios, dificultando a tarefa do professor ao utilizar tais recursos.

É importante comentar que muitos problemas enfrentados pelos profissionais da educação, para aderirem a este novo paradigma de inclusão digital, consistem em não saber adequar os conteúdos curriculares da disciplina a estes recursos digitais, já que em sua formação acadêmica, não foram contemplados atividades elaboradas para este fim. Desta forma, são poucos os profissionais que fazem uso dos computadores em sua prática educativa.

Sobre isto nos fala Maia & Barreto (2012):

> As experiências propostas pelo poder público, no sentido de capacitar o professor a trabalhar com as tecnologias digitais nos ambientes escolares, são via de regra, desarticuladas da formação inicial de professores. Nos currículos de licenciaturas, as tecnologias não tem ainda um lugar de destaque. (MAIA &BARRETO, 2012, p. 52)

As políticas públicas, de acordo com os autores, apesar da preocupação com a universalização dos computadores no contexto escolar, ainda não conseguiram atender de maneira satisfatória, a necessária formação docente para o uso destas tecnologias em sua prática educativa. Assim sendo, observa-se um descompasso na política de inclusão destes recursos, pois se por um lado busca-se investir mais em *hardwares* para as escolas, por outro, faltam profissionais aptos a operá-los.

O acesso a internet em algumas escolas, ainda constitui-se num obstáculo para maioria dos educadores (BUCKINGHAN, 2010), tanto pela capacitação de professores, quanto pela dificuldade de acesso e quando o professor lança mão de um tema para ser discutido através das interfaces da web (chat, blog, fórum, lista...) pode não ter autorização para navegar nestes canais dentro do ambiente educacional, forçando o aluno a manter sua postura passiva no processo de ensino. Infelizmente, "(...) as escolas brasileiras ainda não exploram o potencial da internet, especialmente em relação a capacidade de interação

ISSN 1809-3957

e comunicação da web 2.0, sobretudo em razão de dificuldades de infraestrutura e de formação de professores." (BASSAMI *et al.*, 2013, p.288)

Além disso, os investimentos em softwares educativos são pequenos (BUCKINGHAN, 2010), e os poucos investimentos que acontecem poderiam ser mais adaptados às necessidades curriculares, metodologias ou abordagens (BUZATO, 2006) tendo o professor que contentar-se com o programa que a escola disponibiliza.

A escola vive hoje, segundo Prensky (2001), a era pré-digital, em que o acesso às novas tecnologias é quase insignificante comparado ao mundo fora da escola. Neste contexto, percebe-se a necessidade de mudanças emergenciais nos processos metodológicos dos professores e da escola como um todo, para que ela, enfim, possa desempenhar o papel de mediadora na construção do conhecimento e auxiliadora nos processos formativos de construção de valores morais.

III. A ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Considera-se como parâmetro desta pesquisa, o conceito de alfabetização tecnológica, correspondente a um conjunto mínimo de capacidades que habilitem o usuário a utilizar o computador e a Internet de forma segura, em prol de interesses individuais e comunitários, com compromisso e cidadania (Takahashi, 2000 *apud* BUZATO, 2006). Contudo, essas mínimas habilidades ainda encontram-se escassas na educação, pois a maioria dos educadores não sabem lidar com grande parte dos recursos de multimídia.

De acordo com Tarouco & Ávila (2007):

> Diversas experiências mostraram que atualmente, a maioria dos docentes e estudantes de licenciaturas tem conhecimentos e habilidades básicas relativas ao uso do computador e da Internet, sendo capazes de produzir textos simples, usando um editor de texto, acessar o serviço WWW e utilizar serviço de correio eletrônico. Todavia, quando se trata de compor ou editar imagens, utilizando um editor gráfico, compor e produzir material educacional digital que contenha multimídia (apresentações, páginas para o WWW) o nível de desconhecimento é o que se verifica na maioria dos docentes (TAROUCO & ÁVILA, 2007, p.03).

Buckinghan (2010), ressalta, que na escola, não importa somente fazer uso dos aparatos tecnológicos como recurso a fim de desenvolver habilidades técnicas, mas também, promover uma compreensão mais reflexiva de funcionamento da mídia, assumindo assim um papel mais proativo junto à sociedade, para diminuir a lacuna existente entre o conhecimento do senso comum, do conhecimento científico.

Buzato (2006) vai além, explicitando que alfabetizar tecnologicamente os professores não basta; é necessário que os educadores estejam letrados digitalmente, para que façam uso das tecnologias não somente como uma ferramenta de apoio às tradicionais pedagogias da transmissão, mas sim, conferindo ao educando, o ato de mediar uma interação crítica e colaborativa acerca dos temas, realizada de forma coletiva, na construção do conhecimento.

De acordo com Paiva (2010), as práticas pedagógicas estão atreladas a algum tipo de concepção epistemológica. Estas concepções, muitas vezes parecem ocultas, no entanto elas são facilmente percebidas através das metodologias de ensino dos educadores. Os professores que se utilizam da pedagogia da transmissão, por exemplo, colocando-se como agente maior, detentores do conhecimento e os alunos como meros receptores de informações, com certeza possuem sua visão objetivista acerca da aprendizagem e aquisição de conhecimento. Esta concepção objetivista, muito utilizada ainda nas práticas educativas, percebe o aluno, como um simples recipiente, pronto para o armazenamento de informações, atuando este, como um agente passivo no processo de construção do saber.

Contudo, as crianças da atualidade querem aprender participando, fazendo. Elas não aceitam mais atuarem de forma passiva no processo educativo, assumindo um papel de meros receptores de informações otimizadas, uma vez que querem ser colaboradoras na construção do conhecimento (TAPSCOTT, 1999). Nesta linha de pensamento, pode-se dizer que, mediante a alfabetização tecnológica dos professores, capacitando-os para trabalhar de forma interativa, buscando contextualizar o conteúdo científico, é possível colocar o aluno como integrante no processo de construção do saber, utilizando-se não somente do usual livro didático, mas também dos recursos tecnológicos digitais disponíveis na escola.

Outrossim, os cidadãos da contemporaneidade precisam estar alfabetizados tecnologicamente, para que assim, de forma autônoma, possam usufruir seus direitos, sem a necessária dependência de outros ou sem que sejam excluídos da democracia, pois, conforme Cervero *et al.* (2014), os cidadãos não incluídos no mundo digital e informacional, se convertem a escravos de nossa época...

Prensky (2001), em sua obra: "Nativos digitais, Imigrantes digitais", buscou conceituar alunos e professores da contemporaneidade que convivem neste paradigma de inclusão digital. Para o autor, aqueles que não nasceram no mundo digital, mas em algum momento fazem uso ou apreciam algum aspecto destas novas tecnologias, se comparados às crianças de hoje, sempre serão vistos como "Imigrantes Digitais" e esta nova demanda de alunos que frequentam a escola, habituados a comunicar-se através de *chats*, baixar músicas e filmes de sua preferência e dedicar grande parte do seu tempo a jogos virtuais, são denominados pelo autor de "Nativos Digitais".

Neste contexto, os professores, chamados "Imigrantes Digitais", necessitam apropriar-se desta nova linguagem que os alunos já dominam, pois sua linguagem ultrapassada, não alcançará a agilidade e a praticidade destes alunos da modernidade, acostumados a aprender enquanto assistem à televisão ou escutam música, além de trabalharem melhor quando conectados a uma rede de contatos e serem simpatizantes dos jogos computacionais (PRENSKY, 2001).

A escola precisa participar ativamente neste processo de inclusão digital, sendo necessárias medidas emergenciais no que tange a competência dos professores. Para Buzato (2006), destacam-se como prioridade:

> .Ter autonomia na construção de projetos pedagógicos que utilizem a Internet de forma significativa;

> .Conhecer maneiras de ensinar o aluno a fazer o mesmo em relação a seus próprios interesses e necessidades de formação;
> . Saber compatibilizar materiais e recursos de sala de aula e do mundo "*off-line*" com os objetos simbólicos e as formas de interação típicas do mundo "*on-line*";
> .Negociar e compatibilizar mecanismos institucionais ainda muito necessários (frequência, avaliação, certificação, etc.) com as possibilidades de aprendizagem assistida por computador e do ensino à distância;
> . Envolver-se ativa e criticamente na implantação, manutenção e renovação da infra-estrutura tecnológica da escola. (BUZATO, 2006, p. 03)

Conforme o autor, ainda faltam nesta lista, compatibilizar e valorizar o que os alunos trazem para a escola do seu cotidiano fora desta, bem como, reconhecer que no atual contexto educacional professor e aluno precisam "ensinar aprendendo" ou "aprender ensinando".

IV. CONTRIBUIÇÕES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS À EDUCAÇÃO

De acordo com Tapscott (1999), as pesquisas mais recentes revelam que a utilização das tecnologias digitais, integradas ao currículo escolar, melhora o desempenho dos alunos, desde o desenvolvimento de habilidades até um aumento na motivação e colaboração com os colegas. Neste pensamento, os alunos sentem-se estimulados porque são tratados como indivíduos autônomos e adquirem conhecimento, de acordo com suas escolhas, pois interagem em ambientes que lhes são mais atrativos. A nova mídia educativa permite a centralização da experiência não mais no professor como transmissor, mas no indivíduo que interessado em determinado conhecimento, o adquire mediante a mídia digital, assumindo o professor, o papel de consultor técnico facilitador do processo de ensino-aprendizagem (TAPSCOTT, 1999).

As contribuições que as mídias tecnológicas oferecem ao processo ensino e aprendizagem abrem um leque de opções, quando são utilizadas por profissionais alfabetizados tecnologicamente. Desde pesquisas mais avançadas sobre determinado tema, criação de blogs, fóruns, chats ou wikes, para participação em grupo, até jogos computacionais envolvendo algum conteúdo de interesse no currículo.

Conforme Bassani *et al.* (2013), o blog é um espaço bastante produtivo para a prática pedagógica, pois através do qual é possível criar e escrever, dialogar e receber informações sobre determinado tema, além da possibilidade de desenvolvimento do pensamento crítico e argumentativo.

O autor ressalta também a importância da utilização da ferramenta Prezi (tecnologia de computação na nuvem), utilizado para criar apresentação de trabalhos, bem como o tradicional Power Point. Conforme o autor, o Prezi cria apresentações mais dinâmicas e permite colaboração online.

Prensky (2001), defende a ideia da utilização de jogos computacionais na educação. Para o autor, a prática de jogos de computadores para crianças, envolvem uma série de processos de aprendizagem. Alguns jogos envolvem diversas atividades cognitivas, tais como: lembrar, testar hipóteses, prever, usar planos e estratégias, sendo o ato de jogar, totalmente voltado à construção do saber (BUCKINGHAN, 2010). A idéia defendida pelos autores, pode trazer resultados significativos ao contexto escolar, haja vista que os alunos da geração net, adoram jogos e se estes forem adequados aos conteúdos escolares, acredita-se ser um forte motivador para o aprendizado de diferentes áreas do conhecimento.

Medeiros & Schimiguel (2012), ao realizar uma avaliação acerca do jogo "STOP!", disponível no site: centraldejogos.com.br, concluíram, que o mesmo possui uma grande quantidade de temas, podendo ser utilizado em diferentes disciplinas. O jogo promove motivação, prende a atenção dos alunos e permite a interação dos mesmos através de *chats* em todas as salas de jogos. Nesta perspectiva, o jogo foi considerado um forte potencial educativo desde que sabiamente aplicado no contexto escolar.

Trabalhar em ambiente virtual de aprendizagem também constitui-se num potencial educativo, pois conforme Paiva (2010), várias aplicações foram criadas na *web*, com o fim de gerenciar atividades educacionais. O AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem), além de contribuir para uma aula colaborativa, proporciona espaços virtuais ideais para os alunos reunirem-se e realizar compartilhamento de informações e opiniões acerca de determinado tema. Este ambiente pode ser utilizado tanto para o ensino presencial quanto para o ensino a distância.

Conforme Paiva (2010), no Brasil, destacam-se os AVAs: AulaNet e TeleEduc, embora existam outros AVAs tais como: E-proinfo, o ROODA, o Eureka e o Virtus. O Moodle, conforme referencia o autor, tem sido um forte concorrente para os AVAs pagos em vários países do mundo, já que conta com a colaboração de grupos de diversas localidades.

A educação online, constitui-se num desafio para muitos educadores, todavia o processo de ensino-aprendizagem, realizado de forma online, constiui-se num ambiente mais agradável de aprendizagem, onde todos podem participar, interagir, criar e recriar através de suas próprias opções de escolha, pois, de acordo com Silva & Claro (2007), o professor que trabalha em ambiente online:

> (...)socializa liberdade, diversidade, diálogo, cooperação, e co-criação quando tem a materialidade da ação interativa baseada nesses mesmos princípios. Dessa forma, promove integração, sentimento de pertença, trocas, crítica e autocrítica, discussões temáticas e elaborações colaborativas como exploração, experimentação e descoberta. (SILVA & CLARO, 2007, P. 86)

Conforme os autores, o professor precisa ter conhecimento de que ao trabalhar de forma online, poderá optar por uma ou mais interfaces, sendo que as mais utilizadas são: *chat*, blog, lista e fórum. Desta forma, poderá estar contextualizando o conteúdo, através de interatividade e compartilhamento de informações. Ademais, o ciberespaço (espaço virtual), modifica funções cognitivas como: a memória, a percepção, a imaginação e o raciocínio (LEVY, 2001; ALAVA, 2002 *apud* BASSANI et al., 2013).

Diante do exposto, pode-se concluir que atrás da tela do computador, existe um mundo virtual, através do qual é

possível interagir com diferentes identidades, com elas trocar experiências e importantes informações. Todavia, o professor deve estar alfabetizado tecnologicamente para saber utilizar-se destes recursos de forma contextualizada, buscando adequar os conteúdos curriculares a utilização das ferramentas digitais disponíveis na escola, para que ocorra uma aprendizagem realmente significativa, onde a participação do aluno acontece de forma ativa no processo de ensino e aprendizagem.

V. CONCLUSÕES

As dificuldades aqui apresentadas, vivenciadas pelo educador contemporâneo em seu cotidiano pedagógico, poderiam ser mais rapidamente solucionadas, se houvessem mais investimentos em capacitação de professores e infra-estrutura para a utilização da tecnologia digital com significação, bem como, uma melhor administração e/ou gerenciamento das políticas de inclusão das tecnologias digitais no contexto escolar. Assim, poderiam ser criados mais cursos objetivando capacitar todos os profissionais, da educação, bem como, investiria-se mais em computadores e laboratórios informatizados, de forma que estes possam atender a totalidade de alunos inseridos no processo.

O acesso a internet, não deveria ser tão restrito nas escolas, tendo em vista que em suas casas, os alunos navegam livremente pelas interfaces da web (BUCKINGHAN, 2010) e na escola, o professor que almeja utilizá-lo, fica preso as normas de uma concepção objetivista de aprendizagem, onde o aluno pode aprender somente o que for autorizado para ele. Contudo, acredita-se que o aluno, uma vez assitido e orientado em suas práticas de aprendizagem, poderá ampliar seus conhecimentos, por meio da viabilização de novas teorias, ideias ou aplicações disponíveis em ambientes virtuais.

Neste contexto, também vale ressaltar a importância da aquisição de softwares educativos de acordo com a metodologia ou abordagem de cada disciplina. Assim os conteúdos seriam mais facilmente contextualizados, alunos sentiriam-se motivados e o ensino poderia ser mais rico e prazeroso aos olhos destes novos aprendizes.

Wallon, em sua concepção de aprendizagem, desde o século passado, já mencionava a importância do "outro" na construção do conhecimento (PAIVA, 2010). Desta forma, é possível evidenciar a importância de utilizar-se das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, sabendo, que de forma *online*, os alunos podem aprender em grupos, compartilhando informações de forma instantânea e cooperando uns com os outros.

Os jogos de computador também constituem-se num grande potencial educativo, desde que cuidadosamente adequado aos conteúdos curriculares, pois através deste, é possível envolver uma variedade de atividades cognitivas, tais como: prever, lembrar, testar hipóteses, elaborar estratégias...

As diversas interfaces online, tais como os chats de bate-papos, também contribuem para o crescimento e desenvolvimento dos aprendizes, tendo em vista que através de mensagens instantâneas, os alunos exercitam suas habilidades de linguagem entre outras vantagens (BUCKINGHAN, 2010).

O paradigma da inclusão digital necessita concretizar-se. O educador contemporâneo necessita adequar-se a este processo de inclusão. As dificuldades enfrentadas pelos professores já foram apontadas e as contribuições sugeridas. Contudo, se não ocorrer maior atenção das políticas públicas no que tange a educação e se professor e aluno continuarem a falar linguagens diferentes, que tipo de cidadão estaremos formando?

VI . REFERÊNCIAS

BASSANI, Patricia B.; BARBOSA, Débora N. F.; ELTZ, Patricia T. **Práticas pedagógicas com a web 2.0 no ensino fundamental.** Espaço pedagógico, v.20, n.2, Passo Fundo, p. 286-300, jul./dez.2013.

BUCKINGHAM, David. **Cultura digital, educação midiática e o lugar da escolarização.** Educ. Real., Porto Alegre, v. 35, n. 3, p. 37-58, set./dez., 2010.

BUZATTO, Marcelo E. K. **Letramentos digitais e formação de professores.** http://www.unilago.com.br/arquivosdst/24983MarceloBuzatto%20-%20letramento%20digital%20e%20formacao%20de%20profs%20@.pdf

CERVERO, Aurora C.; MARQUES, Marcia; PAIXÃO, Pablo B. S. **A alfabetização que necessitamos: informação e comunicação para a cidadania.** Inf. & Soc.: Est., João Pessoa, v. 24, n.2, p. 35-48, maio/ago. 2014

MACEDO, Alexandra L.; BEHAR, Patricia A. **A concepção do aluno sobre a própria aprendizagem ao utilizar ambientes virtuais.** CINTED. Novas Tecnologias na educação, v.3, n.1, maio/2005.

MAIA, Dennis L.; BARRETO, Marcilia C. **Tecnologias digitais na educação: uma análise das políticas públicas brasileiras.** Educ., Formação & Tecnologias, v.5, n.01, p. 47-61, maio/2012

MEDEIROS, Maxwell de O.; SCHIMIGUEL, Juliano. **Uma abordagem para avaliação de jogos educativos: ênfase no ensino fundamental.** Anais do 23º Simpósio brasileiro de informática na educação (SBIE 2012), ISSN 2316-6533, Rio de Janeiro, 26-30 de Nov/2012.

OLIVEIRA, Celina C.; COSTA, José W.; MOREIRA, Mércia. **Ambientes informatizados de Aprendizagem: produção e avaliação de software educativo.** Campinas, São Paulo: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, Raquel G. de. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) em Educação Escolar: um diagnóstico a partir da formação inicial de professores de Matemática.** Nucleus, v.9, n.2, p. 351-359, out/2012

PAIVA, Vera M. O. **Ambientes virtuais de aprendizagem: implicações epistemológicas.** Educ. em revista, Belo Horizonte, v.26, n 3, p. 353-370, dez/2010.

PRENSKY, Marc. **Nativos digitais, imigrantes digitais.** De on the Horizon (NCB University Press, vol. 9 No. 5, outubro 2001)

ROCHA, Sinara S. D. **O uso do computador na educação: a Informática Educativa.** Revista Espaço Acadêmico, nº 85, jun/2008.

SANTOS, Gilberto L. **O computador como meio de ensino presencial e a distância na educação fundamental.** Unopar Cient., Ciênc. Hum. Educ., Londrina, v.5, n.1, p. 7-12, jun. 2004.

SILVA, Marco; CLARO, Tatiana. **A docência online e a pedagogia da transmissão.**

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo material incluído no artigo.

.

VOLUME 10 - N° 111 - Março/ 2015
XXXII International Sodebras Congress
Curitiba – 05 a 07 de dezembro de 2014.

PADRÕES DE DESIGN DE INTERFACE EM JOGOS DIGITAIS PARA SMARTPHONES - SISTEMA ANDROID

Interface Design Patterns in digital games for smartphones - android system

Marco Aurélio Soares dos Santos[1]; Alice Theresinha Cybis Pereira[1]; Milton Luiz Horn Vieira[1]; Berenice Santos Gonçalves[1]

[1]Programa de Pós-Graduação em Design e Expressão Gráfica
UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/Brasil
marco.santos@posgrad.ufsc.br

Resumo – Este estudo tem por finalidade investigar sobre os elementos essenciais de design de interface para jogos em smartphones. Selecionou-se o sistema android, em função da sua grande audiência e por suas características adaptativas para diferentes tipos de aparelhos. Sabe-se que os critérios visuais e táteis já foram amplamente estudados para o desenvolvimento de interfaces, mas estes ainda merecem atenção em função das características próprias dos smartphones. Inicialmente realizou-se uma investigação sobre mercado mobile e optou-se, como estratégia, buscar conhecimentos e informações existentes, através de sites oficiais e referenciais teóricos. Buscaram-se dados recentes do mercado e a identificação das características gerais para o desenvolvimento na plataforma. Como recomendações de projeto, selecionaram-se princípios de design para que as interfaces projetadas possibilitem uma melhor experiência para o jogador. Verificou-se, que ao desenvolver jogos para smartphones, devem-se levar em conta os conceitos de design de interface como diferencial, pois atualmente, as suas aplicações são observadas em jogos digitais de grande aceitação.

Palavras-chave: Design de Interface; games; Smartphones; Sistema Android;

Abstract – The purpose of this study is to investigate about the essential elements of the game interface for smartphones. The chosen mobile operating system was Android because it is the most used operating system and also because its adaptive features for different types of devices. It is known that visual and touchable aspects were already widely studied for interfaces development, but these still deserve some attention focused on the smartphones own aspects. Firstly, was made an investigation about the mobile market and it was chosen, as a strategy, to acquiring knowledge and researching existing information through official websites and theoretical resources. The subjects of this research were recent information about the market and the identification of the general characteristics for developing on the operating system. As recommendation of this project, it was chosen the design principles for developing these interfaces based on a better player experience. It was verified that, when developing games for smartphones, the concepts of interface design as a competitive advantage must be considered as nowadays, its applications are largely accepted by the audience.

Keywords-interface: Interface Design; Games; Smartphones; Android;

I. INTRODUÇÃO

A. Design de Hipermídia

> *"... o conceito de hipermídia considera tanto as abordagens mais específicas que enfatizam a relação hipertexto e multimídia de forma sincronizada e com potencial interativo, mas também entende hipermídia como um sistema complexo onde ferramentas e recursos midiáticos constituem um espaço informacional com linguagem própria. Nessa perspectiva, a partir de uma estrutura não sequencial, a hipermídia permite que o indivíduo estabeleça as conexões entre os nós, de acordo com suas intenções e necessidades, através dos recursos de navegação que efetivam o poder de decisão do usuário. (Pereira e Gonçalves, 2010)*".

O projeto de desenvolvimento em hipermídia, dentro do conceito apresentado por Pereira e Gonçalves [1], exige definição dos elementos que compõem o design de interface, que envolvem no plano da estrutura a arquitetura da informação e o design de interação, no plano do esqueleto o design da informação e no plano da superfície o design sensorial que, respeitando o escopo do projeto, seguem um plano estratégico, segundo o framework proposto por Garret [2].

No universo dos jogos digitais, é fundamental, considerar o design de hipermídia, listando as informações essenciais que devem ser compartilhadas para que o jogador jogue em diferentes níveis. A arquitetura da informação é essencial para o projeto ao considerar que o jogador deve receber estas informações de forma intuitiva, sem que necessite consultar o manual para entender o que se passa na tela e contribuir para manter o jogador confiante em suas ações. O design de interação envolve conhecer as características tecnológicas, os requisitos básicos de configuração, e as limitações, afim de que se evitem problemas de incompatibilidade entre sistemas. Além disso, propor ao jogador, uma experiência de jogo em um ambiente atrativo e interativo por meio de multitarefas e compartilhamento entre aplicativos. No design de informação a aplicação dos conhecimentos de design da interface e design da navegação contribui para que o jogador tenha acesso à informação de forma rápida e segura. Assim, deve-se pensar

em diferentes tipos de telas e distribuir estas informações, tais como em menus, para que o jogador possa seguir um fluxo de navegação que favoreça a uma experiência mais imersiva. Também, utilizar os conhecimentos do design visual e sensorial na aplicação de diferentes tamanhos e cores para os elementos de interface, considerando as fontes tipográficas e as representações visuais, assim como os efeitos sonoros que respondem a diferentes tipos de interações com o jogador. Estas são algumas premissas essenciais que devem ser consideradas durante o projeto de desenvolvimento em hipermídia. Assim, é fundamental que o designer venha apropriar-se desses conhecimentos ao projetar uma hipermídia, e considerar especificamente as particularidades que devem ser atendidas em contextos específicos como nos jogos digitais. Neste sentido, quando se busca conhecimentos para orientar o desenvolvimento de projetos de interfaces para jogos digitais em smartphones com o foco na plataforma android, observa-se que as contribuições ainda são pequenas e dispersas. Motiva-se assim, reunir um conjunto de princípios relacionados ao design sensorial e ao design de informação que possam ser seguidos como recomendações essenciais a fim de contribuir para pesquisas na área.

II. REFERENCIAL CONCEITUAL

A. Mercado de Mobile e os Smartphones

Surge uma nova geração de jogadores através do mercado mobile. Atualmente, segundo dados publicados por Flurry [3], a cada mês, existe mais de 1 bilhão de smartphones e tablets ativos em todo mundo que utilizam aplicativos e destes mais de 40% do tempo gasto são com jogos digitais. Segundo IDC, atualmente o mercado de jogos para smartphones e tablet detém 18% dos jogadores globais com projeção de crescimento até 2016 em 35% e faturamento US$12,3 bilhões de dólares. A empresa de consultoria empresarial e finanças Price Water House Coopers estima que o mercado americano de jogos em dispositivos móveis irá faturar $15 bilhões até 2018, crescendo a uma taxa anual média de 9,6% . A China, Japão e os EUA são os principais mercados. Dados recentes publicados no site Newzoo [3], confirmam o alcance global dos jogos, através dos smartphones e tablets, com destaque para os 20 principais países, entre eles Rússia, Brasil e Tailândia. A Coréia aparece em 1º lugar na Loja Google Play, e o Estados Unidos na Lojas AppStore, tanto para o iPhone como para o iPad. O Brasil ocupa a 13ª e 14ª posição, nas Lojas AppStore e GooglePlay, respectivamente, no ranking dos primeiros 20 países com jogadores mobile. O mercado brasileiro de smartphones está em ascensão e segundo os dados recentes do IDC, irá ocupar a quarta posição no cenário mundial em dois anos. Nos primeiros seis meses de 2012, foram vendidos 6,8 milhões de smartphones, já no terceiro trimestre de 2013 foram vendidos 10,4 milhões de smartphones, um crescimento de 53% em menos de um ano. Atualmente, os jogos digitais na plataforma mobile, ocupam a terceira posição, na preferencia dos brasileiros, com 26,5%, atrás dos consoles e jogos para computadores, sendo que mais da metade de todo comércio de jogos digitais é concretizado em lojas online. Segundo o infográfico sobre o mercado brasileiro de jogos digitais criados pela Newzoo [4], o número de jogadores brasileiros no segmento mobile corresponde a 16 milhões. O modelo smartphone é a preferência de 40% dos jogadores mobile e 2/3 do que possuem celulares jogam no aparelho. Os dados apresentados no relatório Gedigames [5], extraídos de estudos do Flurry [3], um dos maiores sites de pesquisa sobre o mercado mobile, apontam que 69% dos usuários de telefones móveis preferem utilizar celulares de tamanho médio com telas de 3,5 a 4,9 polegadas, como o Smartphone Sansung Galaxy. Segundo o IDC 2012, os sistemas operacionais android e ios estão presentes em 82% dos smartphones comercializados. Atualmente, em função da sua grande aceitação são as plataformas que despertam o interesse da maioria dos desenvolvedores. O relatório Gedigames [5] apresenta o sistema operacional android como responsável pela maioria das vendas no mercado dos dispositivos móveis. Em estudos realizados por Distimo [6], demonstram que a receita total de jogos tem aumentado significativamente ao longo do tempo. Observa-se que a grande maioria de todas as receitas geradas pelos 400 aplicativos mais populares da Apple App Store e Google Play vem dos jogos com o crescimento mais acentuado no site Google Play com 37% do total de aplicativos instalados contra os 33% no iPhone na App Store entre os meses de abril a setembro de 2013. Os dados de fevereiro de 2014 por Distimo [6], apontam o aumento de 71% na receita do Google Play e 42% na App Store. Logo a plataforma Android tem se demostrado mais popular e escolhida pela maioria dos desenvolvedores para smartphones [6]. Neste sentido, segundo Gedigames [5], destaca-se o grupo de 84 empresas de tecnologias móveis Open Handset Alliance que utiliza o sistema operacional androind para oferecer uma experiência mais rica, com menor custo e código liberado, “open source”, ou seja, permite que software seja livremente distribuído por fabricantes de aparelhos, operadoras sem fio e desenvolvedores. Ao contrário da Apple que disponibiliza licenças do ios para instalação em hardware somente para seu desenvolvimento. Atualmente, segundo Gedigames [5] o sistema ios tem uma participação de 21% no mercado de sistema operacional móvel, ficando atrás do Android.

B. Os Smartphones - Sistema Operacional Android

O sistema (Android Inc) foi criado em outubro de 2003 por Andry Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White. Inicialmente, foi criado com o intuito de ser usado em câmeras, mas mudou-se o foco devido ao fato de que as câmeras digitais, não detinham uma porção significativa do mercado em comparação aos smartphones. Os criadores então mudaram o foco para os smartphones, mas passaram por problemas financeiros na empresa. Em 2005, foi comprado pela empresa Google que montou um grupo para trabalhar na plataforma móvel com base no sistema operacional Linux. No dia 5 de novembro de 2007 foi lançado o primeiro projeto do Android, cujo objetivo era desenvolver um sistema para dispositivos móveis em padrão aberto (padrão que esta disponível aos projetistas) e construído usando o kernel do sistema operacional Linux 2.6. Esse projeto está ligado à Open Handset Alliance, que é um consórcio de empresas de tecnologia composta por empresas como Google, Sony, Samsung, entre

outras. O primeiro aparelho com o sistema Android foi o "HTC Dream" que foi lançado em 22 de outubro de 2008 nos EUA. O sistema está atualmente na versão 4.3 e segundo a empresa Google, possui 75% do mercado de smartphones. No total, mais de 500 milhões de aparelhos e mais de 600 dispositivos diferentes usam o sistema [7].

C. Sistema Operacional Android - Padrões Técnicos

A plataforma suporta tanto dispositivos VGA maiores, com gráficos 2D, bibliotecas gráficas em 3D baseadas em OpenGL ES especificação 2.0, quanto para os layouts mais tradicionais de smartphones. É utilizado SQLite para armazenamento de dados. Disponibiliza o uso do modo de mensagens por SMS e MMS como formas de envio de mensagens. A navegação é disponível no sistema baseado no framework de Código aberto conhecido como WebKit.

> As aplicações escritas em Java são compiladas em bytecodes Dalvik e executadas usando a Máquina Virtual Dalvik, que é uma máquina virtual especializada desenvolvida para uso em dispositivos móveis, o que permite que programas sejam distribuídos em formato binário (bytecode) e possam ser executados em qualquer dispositivo Android, independentemente do processador utilizado. O sistema multimídia suporta formatos de áudio e vídeo como: MPEG-4, H.264, MP3 e AAC. Em relação ao suporte adicional de hardware, o android é totalmente capaz de fazer uso de câmeras de vídeo, tela sensível ao toque, GPS, acelerômetros , e aceleração de gráficos 3D. O Ambiente de desenvolvimento em SDK inclui um emulador, ferramentas para debugging, memória e análise de performance. O Eclipse (IDE) (atualmente 3.4 ou 3.5) poderá ser utilizado através do *plugin* Android Develpment Tools (ADT) [8].

D. Os Smartphones – Recomendações de Projeto

De maneira geral, ao se projetar aplicativos para plataforma android é fundamental que se busque atingir três objetivos: a) criar uma estética elegante, simplificada, através do uso de transições rápidas e claras, de fontes tipográficas com legibilidade e layout agradável em todos os níveis; b) tornar um aprendizado e uso intuitivo, para todas as pessoas de diferentes idades e cultura, oferecendo o controle no gerenciamento de tarefas de forma sincronizada; c) oferecer ao usuário fácil acesso a tecnologia para que possa criar um ambiente atraente e personalizado de interação por meio de multitarefas e compartilhamento entre aplicativos.

Ao projetar aplicativos para plataforma android observa-se que alguns princípios de design são essenciais e válidos para o desenvolvimento de jogos digitais por estes também pertencerem à categoria de aplicativos, porém com o foco no entretenimento. Tais princípios estariam divididos em três categorias, encantar, simplificar e dominar. **Encante:** a) surpreenda o usuário por estímulos sensoriais através da estética, das animações e do som, propiciando um maior envolvimento e controle ao usuário; b) ofereça uma interação tátil direta através de metáforas, reduzindo o esforço cognitivo e tornando a tarefa mais agradável; c) crie agradáveis padrões estéticos para que o usuário possa vir a customizá-los de acordo com suas preferencias; d) conheça as preferências do usuário para que o acesso as suas escolhas sejam acessíveis; **Simplifique:** a) ofereça uma orientação breve objetiva; b) ao expor ideias considere o uso de imagens, pois podem ser mais eficientes do que as palavras em alguns casos; c) disponibilize informações essenciais de maneira a mostrar somente o que interessa no momento; d) oriente o fluxo de informações fornecendo *feedbacks* sobre as tarefas em andamento para que usuário possa facilmente se localizar dentro do aplicativo; e) faça com que o usuário perceba as diferenças funcionais através de aplicação de padrões de design, como a cor, formas, etc; f) ajude o usuário a manter o foco em suas ações, sem interrupções e enfatizando-se o que é relevante; **Domine:** a) ofereça um aprendizado fácil utilizando de recursos comuns entre os diferentes aplicativos android, como os gestos utilizados para navegação; b) tarefas complexas devem ser subdividas em tarefa com menor grau de complexidade; c) possibilite que iniciantes utilizem de recursos abreviativos para execução de tarefas significativas; d) disponibilize de forma clara e evidente os recursos essenciais facilitando o acesso e uso de forma rápida e eficiente;

III. METÓDO EMPREGADO

Define-se a investigação como exploratória e descritiva, empregando o método de abordagem qualitativa para busca de informação e dados que não envolveu usuários. O estudo busca identificar padrões sensoriais da interface gráfica, considerando os elementos de informação essenciais para fornecer *feedback* ao usuário de jogos digitais em celulares para plataforma Android, visando colaborar com seu desempenho e proporcionar uma experiência divertida. Os jogos citados ao longo deste estudo estão indicados no site Google Play na categoria "Jogos Populares", e disponibilizados para downloads, com o registro entre 100 a 500 milhões de instalações e pontuação superior ou igual 4.3 pontos, na escala com valores entre 0 a 5 pontos.

IV. DISCUSSÃO

O Termo design de interface do game é muitas vezes usado para se referir a interfaces gráficas do usuário (GUIs). O termo GUIs normalmente se refere a controles de botões em menus, como HUDs que fornecem informações como, a vida, a munição, localização do alvo, e o resultado da partida. A forma e o contexto que estas informações são disponibilizadas ajudam a compreender como a interface está separada do ambiente de game, a partir da aplicação de princípios tradicionais de design de interface que conduzem o jogador a tomar decisões [9].

Ao oferecer o princípio de *feedback* ao jogador, informações na interface do game são disponibilizadas permitindo o controle das ações e orientação para progredir através do ambiente do game. Esta relação de interatividade, através da interface, entre o jogador e o ambiente é o que diferencia os jogos digitais de outras formas de entretenimento. Assim, há dois aspectos a considerar: o primeiro, a interface do game é tudo que transmite informações ao jogador, e segundo,

o ambiente do game faz parte da interface. Isto é, o princípio de *feedback* pode ser oferecido através das GUIs e de representações contidas no ambiente do game, como o efeito criado entre dois objetos em colisão ou o som que alerta aproximação de um inimigo. De modo que, restringir o design de interface do game somente as GUIs é um tanto limitador. Princípios como *feedback* podem estar presente em um elemento explicito na GUIs ou em representações dentro do ambiente do game, o que irá determinar sua aplicação, irá depender de fatores, como gênero do game, objetivo, interação dos elementos e outros.

A classificação apresentada por Fagerholt [10], em sua tese de mestrado, pela Universidade de tecnologia de Chalmers, no Departamento Ciência da Computação e Engenharia, na área de design de interação, na cidade de Gotegorg na Suécia, com título "Além da HUD: interface para aumentar a imersão do jogador em jogos no gênero de tiro em primeira pessoa" difere do conceito tradicional de interface, pois se baseia na relação de interação entre o jogador e o game, onde se observa os elementos de informação dentro ou fora do ambiente do game e se são imersivos ou não. A observação vai apoiar-se no conceito de diegese que permite separar o que faz e o que não faz parte do ambiente do game e o que o personagem pode ou não pode ver dentro deste ambiente. Como explicação à diegese, o autor referencia os elementos presentes em um filme e os separa entre diegéticos e não-diegéticos, considerando a legenda como não-diegético e diegéticos os elementos que embelezam o ambiente que o personagem vive e atua, fazendo parte da narrativa do jogo, Fagerholt, pg1. [10].

Na teoria do cinema, a diegese, pode ser definida, como o ambiente interno dos acontecimentos vividos pelos personagens a partir de uma história, ou seja a informação esta incorporada a narrativa do jogo. Assim, diegético seriam os elementos de informação percebidos pelo personagem no ambiente ficcional e não-diegéticos os elementos de informação externos a este ambiente. (Bordwell , Thompson , 1993 *apud* Fagerholt).

Os termos estáticos e dinâmicos, inicialmente empregados, na primeira edição em "Essencial desenvolvimento para games" por Saunders [11], para distinguir entre os elementos de informação que se encontram fora ou dentro do ambiente do game, atualmente, corroboram com a classificação proposta por Fagerholt e são descritos em Saunders [9], indicando ser mais adequados, ao contexto dos jogos, quando elevados a categoria de diegéticos e não-diegéticos.

Os Elementos não-diegéticos são elementos de interface visuais que não pertencem a narrativa do ambiente de game, Fagerholt, pg.51 [10]. A maioria dos HUDs e a maioria dos elementos de informação "tradicionais" de interface pertencem à categoria dos elementos não-diegéticos e não são imersivos, ou seja, se encontram fora do ambiente do game, Saunders [9]. Em consideração as partes sonoras dos jogos, a música que acompanha os diferentes gêneros, na tela de início e na escolha de fase, também pertencem a categoria não-diegética, exceto em casos que a fonte de emissão se encontra dentro do ambiente do game, como em Angry Birds, onde os sons são emitidos por diferentes espécies de pássaros quando lançados em direção aos porcos posicionados em bases opostas.

A classificação propõe outras duas categorias, a dos elementos de informação espacial e dos elementos de informação meta. Os elementos de informação espacial tratam dos elementos que estão dentro do ambiente do game e não são imersivos, pois não fazem parte da narrativa do jogo, assim a sua aplicação difere dos elementos não-diegéticos Saunders [9]. Em Angry Bird, tema "*space*", os pássaros devem seguir uma trajetória radial para atingir os porcos que encontram-se em uma orbita espacial. Na Fig.1, observa-se (conforme indicação de seta na cor branca) o elemento de informação espacial, no efeito de contorno criado para enfatizar uma figura geométrica circular animada que representa a orbita espacial central do ambiente do game.

Fig. 1. Representação do Elemento Espacial dentro do ambiente do game. Fonte:http://jogosapkgratis.blogspot.com.br/2012/12/angry-birds-space-premium-v132.html

Também, está presente em objetos e personagens que não são controlados pelo jogador e sim pelo computador através de inteligência artificial, como a aplicação de silhueta para indicar posição de objetos e personagens. Já o elemento de informação Meta é considerado fora do ambiente do game, mas é imersivo, pois faz parte do contexto narrativo do jogo. Esta representação é observada em consequência de ações do jogador dentro do ambiente do game, e respostas são emitidas na tela (interface) do jogador. Tal representação é comum ser visualizada em jogos com a câmera em primeira pessoa, quando o jogador está ligado a um avatar e obtém informações através das percepções deste personagem. Também, observa-se este contexto, quando uma aeronave recebe algum dano durante o combate. O feedback aparece em forma de "fissuras" que representa visualmente o vidro quebrado da cabine do avião. A representação está fora ao ambiente do game, mas tem a função de orientar o jogador em suas ações, como em Aces of the Luftwaffe (Fig.2).

Fig. 2. Representação do Elemento Meta, fora do ambiente do game. Fonte: http://mbile.ru/load/3-1-0-222

Logo, uma interface com elementos meta pode conter efeitos estéticos adicionais para entender externamente a atmosfera do game.

Desta forma, observa-se que os elementos de informação que fazem parte da HUD, poderiam se enquadrar em qualquer uma das classificações citadas anteriormente (meta, espacial e não-diegética), exceto a diegética, Saunders (2013).

Ao considerar a classificação com um modelo conceitual mais descritivo, fica claro que há uma mudança de percepção quanto da funcionalidade, acessibilidade, imersão e estética no espaço de design da interface para os jogos. Em um primeiro momento, através da classificação em elementos estáticos e dinâmicos, considerando botões, resultado da partida, e outros, tínha-se um olhar voltado a projetar interfaces servindo ao game. Ao sobrepor estes conceitos através da classificação dos elementos de informação diegéticos, não-diegéticos, espacial e meta, coloca-se o jogador no centro de desenvolvimento da interface, oferecendo controle e *feedback*, informando ao jogador o que é necessário saber e fazer para agir de forma intuitiva. Assim, demostrando claramente qual a experiência o game oferece e como o design de interface irá contribuir para o sucesso desta experiência.

Os jogos de maior aceitação publicados para plataforma Android, no site Google Play podem ser investigados a partir do projeto de design de interface, pois é possível identificar, no plano da estrutura, os elementos do design de interação, no plano esquelético, os elementos do design de informação, e os elementos do design sensorial, no plano da superfície (segundo o framework proposto por Garret, 2011). Através destes planos, pode-se estabelecer a ligação com os princípios de design, recomendados para o desenvolvimento na plataforma android: encantar, simplificar e dominar. Tais princípios são observados na interface dos jogos, em elementos de informação diegéticos, não diegéticos, espaciais e meta, conforme classificação apresentada anteriormente.

Como referência para observar esta relação, jogo Pou, desenvolvido pela empresa, Zakeh, propõe uma experiência onde o jogador simula cuidar do seu animalzinho de estimação alienígena, alimentando, cuidando da sua saúde, brincando e mantendo a sua energia. O game segue recomendações através de estética simplificada com uso de transições diretas e claras, oferecendo uma experiência de uso intuitiva que permite ao jogador ter controle de suas ações.

No jogo, o princípio "encantar" é observado por meio dos princípios do Design Sensorial, em elementos de informação diegéticos, nas representações visuais, animadas e sonoras cativantes do personagem. Assim como, em cores contrastantes, puras, de tonalidade clara e uso de família tipográfica com traços finos, forma geometrizada, aplicada em botões, ícones e menus pertencentes aos elementos de informação não-diegéticos. Além disso, o jogo surpreende, em seu Design de Interação, com o uso de metáforas que permitem uma interação tátil e direta, representadas por informações diegéticas para indicar uma ação realizada no ambiente do jogo. Na Fig.3, observa-se o elemento de informação diegético, através do uso de metáfora, indicando que o jogador interage com o personagem em uma tarefa associada à saúde.

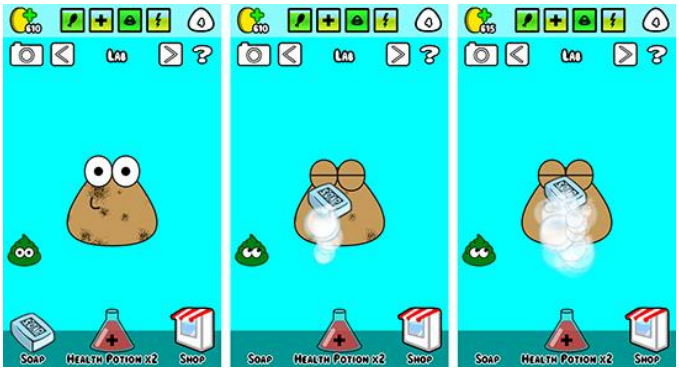


Fig. 3. Principio de design "encartar" por meio do Design de Interação com uso de metáforas em elementos de informação diegéticos. Fonte: http://www.revistainfinita.com.br/2013/07/pou-o-seu-alienigena-virtual-semana-da.html

No jogo, o princípio "simplificar" esta presente através do Design de Informação em elementos de informação não-diegéticos, oferecendo orientação breve e *feedbacks* sobre as tarefas em andamento de forma rápida e segura por meio menus de fácil acesso, para que jogador possa facilmente se localizar dentro do ambiente do game. Neste sentido a navegação é simplificada e organiza de forma significativa, dando ênfase ao que é relevante, através de representações visuais em diferentes telas, como mostra abaixo, na Fig.4, onde a navegação esta associada a diferentes sensações do personagem.

Fig. 4. Principio de design "simplificar" por meio do Design de Informação em elementos de informação não- diegético contidos na interface do game. Fonte: http://www.lorenamorais.com/2013/06/vamos-jogar-pou.html

Por fim, identifica-se o princípio de design “dominar” por meio do Design de Interação, uma vez que a interface interage com o jogador, por meio tátil, através de padrões de gestos comuns a plataforma Android, o que permite um aprendizado rápido e fácil dos mecanismos de interação do jogo. Além do mais, observa-se este princípio aplicado em todo o fluxo do jogo, quando recursos essenciais, associados a tarefas significativas, são agrupados por categorias utilizando de princípios da arquitetura da informação. A Fig.5 ilustra aplicação deste princípio ao organizar um conjunto de elementos de informações não-diegéticos de forma clara e direta.

Fig. 5. Principio de design “dominar” por meio do Arquitetura de Informação em elementos de informação não- diegético contidos menus do game. Fonte: http://www.lorenamorais.com/2013/06/vamos-jogar-pou.html

V. CONCLUSÃO

O presente estudo buscou investigar sobre os elementos essenciais de design de interface para jogos em smartphones com foco para plataforma Android, em função da sua grande audiência e por suas características tecnológicas. Neste sentido, ficou claro que os dados apresentados do mercado de jogos digitais para smartphones para plataforma Android consolidam-se de forma expressiva.

A abordagem teórica estudada e discutida demonstra que o desenvolvimento de jogos digitais para smartphones obedece a diferentes planos e exige a definição dos elementos que compõem o design de interface. Além disso, seguir as recomendações de princípios de design, próprios ao sistema operacional android, durante o projeto desenvolvimento de jogos digitais.

O estudo identificou, em função das características tecnológicas, táteis e sensórias, quais são os elementos de informação, e como acontece, através da interface do game, a interação do jogador com o ambiente em jogos digitais atuais para smartphones.

As observações realizadas, no corpo deste artigo, indicaram por meio dos conjuntos teóricos relacionados, que há elementos essenciais de design de interface contidos em jogos de grande audiência que quando aplicados de forma adequada podem contribuir e conduzir o jogador a uma experiência de jogo em ambiente encantador e interativo.

A intenção futura é identificar e reunir outros princípios de design buscando criar relações que possam ampliar a análise, a fim de oferecer um conjunto de recomendações específicas para plataforma. Assim como, obter um conjunto amostral significante, que possa ser utilizado como ferramenta de pesquisa no ensino e aprendizagem durante o desenvolvimento do design de interface para jogos digitais para plataforma mobile.

VI. REFERÊNCIAS

[1] Pereira, A. T. C.; Gonçalves, M. M. Hipermídia E Multimídia. Acesso Em 10.03.2010. Disponível Em: http://www.avaad.ufsc.br/hiperlab/avaad/moodle/file.php/392/multimidia_e_hipermidia/fhadg_multimidia_e_hipermidia.pdf

[2] Garrett, Jesse James. The elements of user experience: user centered design for web and beyond. 2ªed. New York: New Riders Press, 2011.

[3] http://www.flurry.com/bid/95605/Love-Courtship-and-the-Promiscuous-Male-Mobile-Gamer#.U9Awc-NdWSp

[4] Infographic 2012 – Brazil Disponível em: http://www.newzoo.com/infographics/infographic-2012-brazil/

[5] http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/seminario/seminario_mapeamento_industria_games042014_Relatorio_Final.pdf

[6] Distimo Publication - The New Game Genres on Google Play - http://www.distimo.com/publications

[7] http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/agosto2013/materias/historia_da_computacao.html

[8] http://sistemasoperacionas.blogspot.com.br/2012/12/sistema-peracional-android.html

[9] Saunders, K. D; Novak, J. Game development essentials: game interface design. 2ªed. Austrália: Cengage Learning, c2013

[10] http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/111921.pdf

[11] Saunders, K. D; Novak, J. Game development essentials: game interface design. 1ªed. Austrália: Cengage Learning, c2006