

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

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

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL Nesta edição

ECONOMIA SOLIDÁRIA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SOLIDARITY ECONOMY AND ITS CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT – Victor Genizelli Da Cunha; José Geraldo Ferreira Da Silva; Walece Negris Pereira 05

A EFETIVIDADE DA AUDITORIA INTERNA NA MELHORIA DA GESTÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

THE EFFECTIVENESS OF INTERNAL AUDIT IN IMPROVING THE MANAGEMENT OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF GOIÁS – Zhara Helou Ribeiro De Castilho; Lúcio De Souza Machado 11

CADEIA DE PRODUÇÃO DE CENOURA EM CARANDAÍ/MG SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO

CARROT PRODUCTION CHAIN IN CARANDAÍ/MG UNDER THE PERSPECTIVE OF THE ECONOMY OF TRANSACTION COSTS – Andreysa Keryane Silva Rodrigues; Cláudia Maria Miranda De Araújo Pereira; Helder Antônio Da Silva; Nicássia Feliciano Novôa 17

FORMAÇÃO DE JOVENS APRENDIZES NO CONTEXTO DE MUDANÇAS SÓCIO-POLÍTICO-ECONÔMICAS DO BRASIL

APPRENTICES YOUTH TRAINING IN THE CONTEXT OF CHANGE SOCIOPOLITICAL AND ECONOMIC OF BRAZIL – Jovanis Donizete Ribeiro; Iris Barbosa Goulart 24

DIFUSIVIDADE TÉRMICA DO CACAU EM FUNÇÃO DA GEOMETRIA DO MODELO

THERMAL DIFFUSIVITY OF THE COCOA IN THE FUNCTION MODEL GEOMETRY – Jorge Henrique Sale; Geovana Pires Lima 31

DISTRIBUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE RADIOTERAPIA NAS MESORREGIÕES CATARINENSES

DISTRIBUTION OF RADIOTHERAPY EQUIPMENT IN CATARINIAN MESOREGIONS – Evelyn Vieira; Francine Póvoas; Isabel Dos Santos; Túlio Rosa; Patrícia Fernanda Dorow; Caroline De Medeiros; Franciele Cardoso De Vargas; Gabrielly Kahl; Charlene Da Silva; Marco Bertoncini; Carolina Neis 35

QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS OBESOS QUE REALIZARAM A CIRURGIA BARIÁTRICA

QUALITY OF LIFE OF OLDER OBESIANS WHO CARRIED OUT BARIATRIC SURGERY – Adriana Baldo Mendes; Flávia Cristina De Souza; Juliana Lopes Reineken; Wanderlister Duque Tavares; Lucia Elaine Ranieri Cortez; Rose Mari Bennemann 40

RECUPERAÇÃO DE SOLO SÓDICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE GESSO E LÂMINA DE LIXIVIAÇÃO

RECOVERY OF SODIUM SOIL SUBMITTED TO THE APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF PLASTER AND LEAF OF LIVING – Ruy De Carvalho Rocha; William Ralf Santos Costa; Pedro Henrique Máximo De Souza Carvalho; Roberto Castro Nascimento; João Vitor Máximo De Souza Carvalho 45

APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ANALÍTICA A PARTIR DE CONVERSÕES DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COM EXPLORAÇÃO DOS TEMAS: PONTO, RETA E CIRCUNFERÊNCIA COM O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO MÉDIO	
ANALYTICAL GEOMETRY LEARNING FROM CONVERSIONS OF RECORDS OF SEMIOTIC REPRESENTATION: EXPLORING THEMES: POINT, STRAIGHT AND CIRCUMFERENCE WITH THE USE OF GEOGEBRA IN MIDDLE SCHOOL – Alysson Roberto Garcia Azevedo; Nilomar Vieira De Oliveira; Manoel Socorro Santos Azevedo; Catarine Vieira Gamboa	50
EMPREGANDO MODELOS MATEMÁTICOS PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO DOS MICROORGANISMOS DURANTE A BIORREMEDIAÇÃO EM SOLO CONTAMINADO POR GASOLINA	
EMPLOYING MATHEMATICAL MODELS TO EVALUATE THE MICROORGANISMS BEHAVIOUR DURING THE BIORREMIEDIATION IN SOIL CONTAMINATED BY GASOLINE – Júlio César Penereiro; Mariane Souza Reis; Denise Helena Lombardo Ferreira	58
PROCESSES FOR THE MANUFACTURE OF ANIMAL MEAL BY MECHANICAL PROCEDURES	
PROCESSOS PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA ANIMAL POR MEIO DE PROCEDIMENTOS MECÂNICOS – Matheus Silva Da Rosa; Nattan Roberto Caetano; Mauro Menegas; Ana Cristina Ruoso; Vitória Farina Azzolin	65
USO DO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA PARA MINIMIZAÇÃO DE DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO	
USE OF PRODUCTIVITY LEVEL AND EFFICIENCY FOR MINIMIZING WASTE FROM MANUFACTURE RUBBER: A CASE STUDY – Gabriela Zucchetti Kessler; Liane Mahlmann Kipper; Flávia Luana Da Silva; André Luiz Emmel Silva; Henrique Schwemgber	69

Área: Interdisciplinar

9-8	ECONOMIA SOLIDÁRIA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL SOLIDARITY ECONOMY AND ITS CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT Victor Genizelli Da Cunha; José Geraldo Ferreira Da Silva; Walece Negrís Pereira
-----	--

ECONOMIA SOLIDÁRIA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SOLIDARITY ECONOMY AND ITS CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

VICTOR GENIZELLI DA CUNHA¹; JOSÉ GERALDO FERREIRA DA SILVA²; WALECE NEGRIS PEREIRA²

1 – MESTRANDO EM GESTÃO SOCIAL, EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NA
FACULDADE VALE DO CRICARÉ; 2 – DOCENTE DO MESTRADO EM GESTÃO SOCIAL,
EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NA FACULDADE VALE DO CRICARÉ

vc231917@gmail.com; jgeraldo@incaper.es.gov.br; walecenp@gmail.com

Resumo – É certo que, se continuarmos produzindo e consumindo recursos naturais finitos como se fossem infinitos, não teremos condições em longo prazo de vivermos em nosso planeta. Continuarmos com uma sociedade de desenvolvimento descontrolado ou passarmos para uma sociedade de desenvolvimento sustentável? Entende-se que o desenvolvimento sustentável é necessário e deve ser adotado com urgência. A economia solidária surgiu como uma alternativa ao tradicional modo econômico. Este artigo avalia se a economia solidária possui potencial de contribuir e favorecer o desenvolvimento sustentável em nosso planeta. Assim, concluiu-se que a economia solidária apresenta elementos contributivos para o desenvolvimento sustentável, principalmente, no tocante ao combate à desigualdade social e à utilização dos recursos naturais sem prejuízo para as gerações futuras.

Palavras-chave: Economia Solidária. Desenvolvimento Sustentável. Sociedade.

Abstract - It is certain that if we continue to produce and consume finite natural resources as if they were infinite, we will not have conditions for living on our planet in long-term. Continue we with an uncontrolled development society or to change to a sustainable development society? It is understood that sustainable development is necessary and must be adopted urgently. Solidary economy emerged as an alternative to the traditional economic mode. This article analyze whether the solidarity economy has the potential to contribute to and promote sustainable development on our planet. Thus, it can be concluded that the solidarity economy presents contributory elements for sustainable development, especially with regard to combating social inequality and the use of natural resources, without prejudice to future generations.

Keywords: Solidarity Economy. Sustainable Development. Society.

I. INTRODUÇÃO

Cada passo dado pela humanidade atualmente é um passo dado para sua destruição. Existe a necessidade de mudança imediata para garantirmos a qualidade de vida das futuras gerações. Todos os esforços empregados para mudança de rumo pela humanidade são ainda pequenos frente ao sistema econômico predominante.

Hoje, a constatação de que a estrutura da sociedade precisa de uma mudança imediata não parte somente de

ativistas, ambientalistas e pessoas politicamente contrárias ao sistema, é, também, realizada por uma parcela significativa e crescente da população.

A interação entre a economia (homem) e o meio-ambiente (natureza) sempre foi vista como uma relação de subordinação do segundo ao primeiro, valendo a tese de que para o primeiro avançar haveria a necessidade de explorar o segundo até ao seu limite máximo (FERREIRA; LIMA; SANTOS, 2011).

O desenvolvimento sustentável surgiu como solução para manutenção da vida em nosso planeta. O grande questionamento é como atingirmos o desenvolvimento sustentável através da economia tradicional que possuímos. Muitos apontam que devemos rever o nosso modo produtivo atual e repensar numa economia voltada para o desenvolvimento sustentável.

A econômica solidária se apresenta como alternativa de desenvolvimento à economia predominante que vivenciamos. Assim, o presente artigo tem como objetivo analisar se a economia solidária possui, de fato, elementos que possam contribuir com o desenvolvimento sustentável pretendido e necessário para nossa sociedade.

Após pesquisa bibliográfica sobre os temas envolvidos, o artigo foi dividido em duas partes: a primeira apresenta os conceitos de desenvolvimento sustentável e de economia solidária; e a segunda parte analisa os elementos contributivos da economia solidária em relação ao desenvolvimento sustentável.

II. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica exploratória. Justifica-se pela sua importância em abordar uma solução alternativa para um considerável problema em nossa sociedade, o desenvolvimento insustentável.

Segundo Gil (2002, p. 44), a pesquisa bibliográfica é “desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Em relação às pesquisas exploratórias, Gil (2002, p. 41) cita que:

“Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como

objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.”

O presente estudo teve como ponto de partida o aprofundamento do conhecimento em relação aos temas do desenvolvimento sustentável e da economia solidária. Através das fundamentações teóricas sobre os dois assuntos abordados, foi realizada uma análise sobre o potencial da economia solidária em favorecer e contribuir com a sustentabilidade em nosso planeta.

III. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável emergiu e foi chamado de abordagem do ecodesenvolvimento na conferência de Estocolmo de 1972 (DIAS, 2011). A Conferência de Estocolmo foi a primeira grande conferência-marco na área de meio ambiente (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2017).

A conferência de Estocolmo entrou para a história com a inauguração da agenda ambiental e o surgimento do direito ambiental internacional (SENADO FEDERAL DO BRASIL, 2012).

Em 1983, a médica Gro Harlem Brundtland, mestre em saúde pública e ex-primeira Ministra da Noruega, passou a presidir a comissão mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU). Brundtland foi escolhida pela sua visão em relação ao desenvolvimento e meio ambiente que extrapolava as barreiras do mundo médico (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2017).

Em 1987, a comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento apresentou pela primeira vez, através do relatório Brundtland ou, também, chamado relatório Nosso Futuro Comum, uma definição mais elaborada para o conceito de desenvolvimento sustentável:

“Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 49).”

O princípio preconizado pelo desenvolvimento sustentável se popularizou e hoje há um número incontável de interpretações, contudo, não se pode diminuir sua importância por trazer ao processo de desenvolvimento os limites de utilização da natureza. Embora existam diversas interpretações desse conceito, todos eles procuram seguir os princípios básicos enunciados pela comissão Brundtland (DIAS, 2011).

Conforme o relatório Nosso Futuro Comum, o desenvolvimento sustentável requer que as sociedades atendam às necessidades humanas tanto pelo aumento do potencial produtivo como pela garantia de oportunidades iguais para todos (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

Também, o relatório Nosso Futuro Comum (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 48) destaca que

deve haver a preocupação mínima com o meio ambiente: “No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos”.

O Banco Mundial, a UNESCO e outras entidades de proeminência internacional adotaram o desenvolvimento sustentável como uma nova filosofia que busca combinar eficiência econômica com justiça social e prudência ecológica (BRUSEKE, 2001).

Em setembro de 2015, 193 Estados-membros da ONU acordaram tomar medidas transformadoras para colocar o mundo em um caminho sustentável. Esses adotaram uma nova agenda global comprometida com as pessoas, o planeta, a promoção da paz, da prosperidade e de parcerias: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (BRASIL, 2017).

A Agenda 2030 engloba 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os ODS, os quais, por sua vez, listam 169 metas. Trata-se de uma agenda alargada e ambiciosa que aborda várias dimensões do desenvolvimento sustentável (social, econômico, ambiental) e que promove a paz, a justiça e instituições eficazes os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável para mudar o mundo são os seguintes (CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2016):

- 1-Eradicar a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
- 2-Eradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover agricultura sustentável;
- 3-Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- 4-Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- 5-Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres;
- 6-Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos;
- 7-Garantir o acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos;
- 8-Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos;
- 9-Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- 10-Reduzir as desigualdades no interior dos países e entre países;
- 11-Tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis;
- 12-Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis;
- 13-Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos;
- 14-Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
- 15-Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade;
- 16-Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições

eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis;
17-Reforçar os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável.

IV. ECONOMIA SOLIDÁRIA

A economia solidária é considerada como um modo de produção, circulação e distribuição dos bens e serviços, tem como princípio a unidade entre o trabalho cooperativo e a propriedade coletiva, possui como fundamento a subsistência e a reprodução social humana, e se apresenta como alternativa ao sistema econômico atual, capitalista. A lógica da economia solidária é a oposição ao capital e ao poder que excluem e controlam as vidas (CÂMARA; PITAGUARI, 2010).

A economia solidária significa uma diversidade de atividades econômicas de produção de bens e serviços, distribuição, consumo e finanças, realizadas de acordo com princípios de cooperação, autogestão e solidariedade (SECRETARIA NACIONAL DE ECONOMIA SOLIDÁRIA, 2013).

Talvez a principal diferença entre a economia atual capitalista e a economia solidária seja o modo de administração. A economia capitalista utiliza a heterogestão, ou seja, a administração hierárquica, formada por vários níveis de autoridade. Já na economia solidária se pratica a administração democrática, ou seja, a autogestão. As decisões na autogestão são tomadas, nas pequenas empresas, em assembleia por todos ou, em grandes empresas, por delegados de seção/departamento nomeados (SINGER, 2002).

Mance (2005, p. 2) define o objetivo principal da economia solidária:

“[...] é a reorganização social das ações de consumo, comércio, produção, serviço, finanças e desenvolvimento tecnológico de modo a promover a realização humana de cada pessoa, assegurando-lhe as condições materiais satisfatórias para o exercício ético de sua liberdade. Essas práticas enfatizam a participação coletiva, cooperação, autogestão, democracia, auto-sustentação, a promoção do desenvolvimento humano e da equidade de gênero, responsabilidade social e a preservação do equilíbrio dos ecossistemas. Enfim, operam sob formas de colaboração solidária.”

A economia solidária pode se transformar de um modo de produção inserido no capitalismo em função dos vácuos deixados pelo mesmo, numa forma geral de organizar a economia e a sociedade, que supere sua divisão em classes antagonicas e a competição universal. Os empreendimentos solidários, que hoje se encontram dispersos, teriam que se agregar num todo economicamente consistente, capaz de oferecer a todos os que a desejassem a oportunidade de trabalhar e viver cooperativamente (SINGER, 2002).

A superioridade da economia solidária sobre a economia tradicional e, ainda, a melhora de vida das pessoas são abordadas por Singer (2002, p. 114):

“A economia solidária é ou poderá ser mais do que mera resposta à incapacidade do capitalismo de integrar em sua economia todos os membros da sociedade desejosos e necessitados de trabalhar. Ela poderá ser o que em seus primórdios foi concebida para ser: uma alternativa superior ao

capitalismo. Superior não em termos econômicos estritos, ou seja, que as empresas solidárias regularmente superariam suas congêneres capitalistas, oferecendo aos mercados produtos ou serviços melhores em termos de preço e/ou qualidade. A economia solidária foi concebida para ser uma alternativa superior por proporcionar às pessoas que a adotam, enquanto produtoras, poupadoras, consumidoras etc., uma vida melhor.”

A economia solidária pode ser constituída através de: associações; cooperativas; empresas autogestionárias; grupos de produção; clubes de troca; grupos informais; redes; e centrais. Estima-se que a força da economia solidária no Brasil concentre 3% do PIB, envolve três milhões de pessoas e está representada por 30 mil empreendimentos solidários, que atuam na inclusão produtiva e enfrentando a exclusão social (ARCANJO; OLIVEIRA, 2017).

É possível definir a economia solidária como uma forma ética, recíproca e cooperativa de consumir, produzir, intercambiar, financiar, comunicar, educar, desenvolver-se, principalmente, promovendo um novo modo de pensar e viver (LIMA, 2013).

V. COLABORAÇÃO DA ECONOMIA SOLIDÁRIA COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A economia solidária é o modo de produção em que os princípios básicos são os da propriedade coletiva e do direito à liberdade individual. A aplicação desses princípios resulta em solidariedade e igualdade (SINGER, 2002). Constata-se que a igualdade social é resultado da economia solidária e, no desenvolvimento sustentável, conjuntamente com a eficiência econômica e a prudência ecológica, é uma condição.

Considerando a economia como um conjunto de relações sociais dentro da perspectiva da colaboração solidária, pensa-se prioritariamente na melhor maneira de assegurar o bem-viver de todos, trabalhando e consumindo de modo colaborativo, gerindo responsavelmente os recursos naturais e compartilhando as riquezas produzidas socialmente, de modo justo e ecologicamente sustentável (MANCE, 2005).

Dentro da economia solidária existe a preocupação de assegurar a gestão responsável dos recursos naturais e o compartilhamento das riquezas produzidas de forma justa e sustentável. Nesse contexto, há, claramente, o cuidado com a natureza e a sustentabilidade conforme preceitos do desenvolvimento sustentável.

Nunes (2001, p. 39) cita alguns princípios norteadores e que ajudam a caracterizar os empreendimentos de economia solidária:

- Motivações de justiça e solidariedade em todas as atividades implementadas e vividas coletivamente, tanto nas de produzir e consumir bens e serviços, como na de distribuí-los e comercializá-los;
- Referências de êxito distintas daquelas do capitalismo, já que a reciprocidade e a fraternidade nas relações interpessoais são almejadas;
- Processos de autogestão e autonomia, implicando lógicas de participação e estímulo ao engajamento;
- Criatividade e soluções alternativas, face aos problemas e negócios, visando à inovação tecnológica, gerencial e de relações humanas e;

- Preocupação com o meio ambiente e com um progresso sustentável para a geração seguinte, preservando os meios naturais hoje existentes.”

A preocupação com a gestão dos recursos naturais e a necessidade de preservação para as gerações futuras são citadas por Nunes (2001) como princípios norteadores da economia solidária. Os mesmos princípios são amplamente tratados na conceituação do desenvolvimento sustentável. Nesse ponto, verifica-se uma característica em comum sobre os temas aqui abordados: as ações devem ser sempre realizadas considerando o futuro de nossa sociedade e de nosso planeta.

A busca pela sustentabilidade, solidariedade e a valorização da vida devem estar presentes para a existência de um empreendimento fundamentado na economia solidária. Ademais, o empreendimento solidário deve possuir como princípio a busca da inserção comunitária e a valorização da pessoa humana na sua relação com o meio ambiente.

Constata-se que a economia solidária procura estimular o compromisso com o meio ambiente saudável, a participação ativa nos processos de desenvolvimento sustentável e o bem-estar de todos os envolvidos. Dentro desse contexto, Ribeiro (2011) cita que o modo de produção e consumo adotado por cada sociedade tem papel central quando se trata de almejar um estado de desenvolvimento sustentável.

A Economia Solidária possui como uma de suas características a solidariedade:

“O caráter de solidariedade nos empreendimentos é expresso em diferentes dimensões: na justa distribuição dos resultados alcançados; nas oportunidades que levam ao desenvolvimento de capacidades e da melhoria das condições de vida dos participantes; no compromisso com um meio ambiente saudável; nas relações que se estabelecem com a comunidade local; na participação ativa nos processos de desenvolvimento sustentável de base territorial, regional e nacional; nas relações com os outros movimentos sociais e populares de caráter emancipatório; na preocupação com o bem estar dos trabalhadores/as e consumidores/as e no respeito aos direitos dos trabalhadores e trabalhadoras (SECRETARIA NACIONAL DE ECONOMIA SOLIDÁRIA, 2013, p. 4).”

A economia solidária procura meios de produção diferentes do convencional, combatendo o desperdício e considerando energias mais limpas e eficientes. Dessa forma, o desenvolvimento tem que ser estruturado em um ambiente sustentável.

A dimensão ambiental de economia solidária é citada por Ferraz e Shimbo (2008, p. 8):

“A economia solidária vem, desde suas primeiras experiências criando meios de produção que sejam diferentes dos convencionais. Essa característica talvez seja oriunda de uma ampliação da solidariedade social para uma solidariedade ambiental e temporal. Importa dizer que a economia solidária busca a utilização de tecnologias que sejam mais limpas e mais eficientes uma vez que o desperdício é algo bastante combatido em seu meio. Nesse sentido, o desenvolvimento só pode se entender como tal enquanto embasado em um território ambientalmente sustentável.”

Outra dimensão de economia solidária abordada por Ferraz e Shimbo (2008, p. 8) é a social:

“A economia solidária, pelas relações que se criam dentro de suas práticas, tende a gerar maior coesão social, maior confiança, maior comunicação entre os indivíduos, ajuda mútua, etc. Esse aumento de capital social no território é fundamental para alavancar o desenvolvimento da localidade. No que tange à sustentabilidade, um maior desenvolvimento social tende a fazer com que as populações controlem seu crescimento demográfico melhorando ainda mais os aspectos sociais.”

Segundo Ferraz e Shimbo (2008), o aumento da conscientização, comunicação e coesão dos indivíduos gerado pela economia solidária pode significar em controle do crescimento demográfico com diminuição da pressão populacional sobre o meio ambiente, conseqüentemente, há uma melhora dos aspectos sociais.

VI. CONCLUSÃO

Observamos que, na economia solidária, há a preocupação com o meio ambiente e a adoção de um progresso sustentável com objetivo de preservar o planeta.

Através desse artigo, compreendemos que a Economia Solidária é um caminho alternativo para alcançarmos o desenvolvimento sustentável e, também, é um caminho para alteração do modo de vida atual que é incompatível com a sustentabilidade do planeta.

Em suma, não podemos conceber um empreendimento da economia solidária sem que o mesmo esteja alinhado com o desenvolvimento sustentável. Conforme autores pesquisados, é evidente a não possibilidade de existência da economia solidária sem o desenvolvimento sustentável.

Ademais, identificamos que a cultura contribui para definir a relação entre o ser humano e a natureza. Atualmente, os meios de produção em nome do lucro pouco se preocupam com o meio ambiente cabendo ao homem refletir sobre a sua forma de interagir e, principalmente, interferir no meio ambiente.

Esse artigo contribui para o levantamento, a discussão e a demonstração da existência de outro modo econômico de vida, favorável e harmônico com a sustentabilidade requerida pela sociedade contemporânea. A limitação principal desse estudo foi em relação ao escasso número de livros sobre a Economia Solidária publicados nos últimos cinco anos anteriores à data de elaboração do presente artigo.

Diante do exposto, concluímos que a Economia Solidária pode contribuir com o desenvolvimento sustentável, como também possui potencial para modificar a cultura da sociedade alterando o modo de interação homem-natureza. A Economia Solidária possui elementos e atende aos preceitos do desenvolvimento sustentável, principalmente, no tocante ao combate à desigualdade social e à utilização dos recursos naturais sem prejuízo para as gerações futuras.

VII. REFERÊNCIAS

ARCANJO, Maria; OLIVEIRA, Ana. A Criação da Secretaria Nacional de Economia Solidária: Avanços e Retrocessos. **Perseu: História, Memória e Política**, v. 13, p. 231-249, ano 11, 2017. Disponível em: <<https://fpabramo.org.br/csbh/wp->

content/uploads/sites/3/2017/04/T07Perseu13.ARCANJOOLIVEIRA.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. **Relatório Nacional Voluntário sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 2017. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15801Brazil_Portuguese.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.

BRUSEKE, Franz. O Problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, Clovis (org.). **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para Uma Sociedade Sustentável**. 3. ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fund. Joaquim Nabuco, 2001.

CÂMARA, Márcia R. G.; PITAGUARI, Sinival O. As Motivações e Desafios para a Consolidação da Economia Solidária. In: BORINELLI, Benilson *et al.* (Org.). **Economia Solidária em Londrina: Aspectos Conceituais e Experiência**. Londrina: UEL, 2010. p. 25-50. Disponível em: <<http://rededegestoresecosol.org.br/wp-content/uploads/2015/11/LIVRO-ECOSOL-LONDRINA.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

CENTRO REGIONAL DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Guia sobre Desenvolvimento Sustentável – 17 Objetivos para Transformar o Nosso Mundo**. 2016. Disponível em: <https://www.unric.org/pt/images/stories/2016/ods_2edicao_web_pages.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Tradução de Our common future. 1. ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed., rev. atual. São Paulo: Atlas, 2011.

FERRAZ, Fábio; SHIMBO, Ioshiaqui. Economia Solidária, Desenvolvimento Local e Sustentabilidade: Possíveis Relações. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2008, Fortaleza-CE. **Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2008. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A2064.pdf>>. Acesso em: 01 fev. de 2016.

FERREIRA, Thayla; LIMA, Joseane; SANTOS, Luís M. L. Parceria entre Economia Solidária e Poder Público: Avanços e Desafios da Coopersil. In: BORINELLI, Benilson; PITAGUARI, Sinival O.; SANTOS, Luís M. L. (Org.). **Economia Solidária numa Pluralidade de Perspectivas**. Londrina: UEL, 2011. p. 93-108. Disponível em: <http://www.uel.br/pos/ppgsoc/portal/pages/arquivos/ECONOMIA_SOLIDARIA_2_FINAL.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2018.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LIMA, Maria I. R. **Economia Solidária e vínculos**. São Paulo: Ideia & Letras, 2013.

MANCE, Euclides A. **A Revolução das Redes de Colaboração Solidária**. In: Encontro Internacional de Ecônomas Salesianas, 2005, Sevilha. Disponível em: <http://www.solidarius.com.br/mance/biblioteca/A_Revoluc

ao_das_Redes_de_Colaboracao_Solidaria.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2018.

NUNES, Débora. A construção de uma experiência de Economia Solidária num bairro periférico de Salvador. Salvador: **Revista de Desenvolvimento Econômico**, ano 3, n. 5, p. 39-51, dez. 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente>>. Acesso em: 01 jun. de 2017.

RIBEIRO, Sérgio D. **Desenvolvimento Sustentável e Economia Solidária: Conjugando Dimensões para Obtenção de um Método de Avaliação Organizacional Baseado em Indicadores**. 2011. 255 f. Dissertação (Mestrado acadêmico em Administração) – Faculdade Novos Horizontes, Belo Horizonte, 2011. Disponível em <http://www.unihorizontes.br/mestrado2/desenvolvimento-sustentavel-e-economia-solidariaconjugando-dimensoes-para-obtencao-de-um-metodo-de-avaliacao-organizacionalbaseado-em-indicadores>. Acesso em: 16 mar. de 2018.

SECRETARIA NACIONAL DE ECONOMIA SOLIDÁRIA. **Termo de Referência Apoio ao Sistema Nacional de Comércio Justo e Solidário por meio do Reconhecimento de Práticas de Comércio Justo e Solidário**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. de 2015.

SENADO FEDERAL DO BRASIL. **Da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, à Rio-92: Agenda Ambiental para os Países e Elaboração de Documentos por Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília. Ago. 2012. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-das-nacoes-unidas-para-o-meio-ambiente-humano-estocolmo-rio-92-agenda-ambiental-paises-elaboracao-documentos-comissao-mundial-sobre-meio-ambiente-e-desenvolvimento.aspx>>. Acesso em: 02 jun. de 2017.

SINGER, Paul. **Introdução à Economia Solidária**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2002.

VIII. COPYRIGHT

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

Submetido em: 18/02/2018
Aprovado em: 24/03/2018

Área: Ciências Humanas e Sociais

6-2	A EFETIVIDADE DA AUDITORIA INTERNA NA MELHORIA DA GESTÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS THE EFFECTIVENESS OF INTERNAL AUDIT IN IMPROVING THE MANAGEMENT OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF GOIÁS Zhara Helou Ribeiro De Castilho; Lúcio De Souza Machado
6-2	CADEIA DE PRODUÇÃO DE CENOURA EM CARANDAÍ/MG SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO CARROT PRODUCTION CHAIN IN CARANDAÍ/MG UNDER THE PERSPECTIVE OF THE ECONOMY OF TRANSACTION COSTS Andreysa Keryane Silva Rodrigues; Cláudia Maria Miranda De Araújo Pereira; Helder Antônio Da Silva; Nicássia Feliciano Novôa
6-2	FORMAÇÃO DE JOVENS APRENDIZES NO CONTEXTO DE MUDANÇAS SÓCIO-POLÍTICO-ECONÔMICAS DO BRASIL APPRENTICES YOUTH TRAINING IN THE CONTEXT OF CHANGE SOCIOPOLITICAL AND ECONOMIC OF BRAZIL Jovanis Donizete Ribeiro; Iris Barbosa Goulart

A EFETIVIDADE DA AUDITORIA INTERNA NA MELHORIA DA GESTÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

THE EFFECTIVENESS OF INTERNAL AUDIT IN IMPROVING THE MANAGEMENT OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF GOIÁS

ZHARA HELOU RIBEIRO DE CASTILHO¹; LÚCIO DE SOUZA MACHADO¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

zhara.helou@gmail.com; lucio@florestaauditores.com.br

Resumo – As Universidades Públicas Federais têm por objetivo principal servir a sociedade, e para isso precisam de uma boa gestão. O presente trabalho utilizou os conceitos de controle interno elaborados pelo Coso e Intosai a fim de verificar se a unidade de Auditoria Interna da Universidade Federal Goiás - UFG contribuiu positivamente para a melhoria da gestão dos recursos públicos. Para isso, foram analisados os Relatórios de Auditoria Anual de Contas emitidos pela Controladoria Geral da União entre os anos de 2005 a 2015. Os resultados demonstraram uma ineficiência da Unidade de Auditoria Interna da UFG - Audin em atuar e regular as atividades de controle interno e gestão. Concluiu-se que a Auditoria Interna não foi efetiva na melhoria da gestão da UFG ao longo dos anos.

Palavras-chave: Auditoria Interna. Controle Interno. Auditoria no Setor Público. Instituições Federais de Ensino Superior.

Abstract – Federal Public Universities has the main objective to serve the society, to achieve that, the good management it is necessary. The present study used the Internal Control concepts developed by COSO and Intosai in order to verify that the Internal Audit Unit of Federal University of Goiás – UFG contributed positively to the improvement of the management of public resources. For this, the Annual Accounts Audit Reports issued by Comptroller General of Union between the years 2005 to 2015 it was analyzed. The results showed an inefficiency of Internal Audit unit of the UFG – Audin in act and regulate the activates of Internal control and management. It was concluded that Internal Audit unit was ineffective in the improving of management of the Federal University of Goiás over the years.

Keywords: Internal Audit. Internal Control. Public Sector Audit. Federal Institutions of Higher Education.

I. INTRODUÇÃO

As Universidades Públicas Federais têm por objetivo principal servir a sociedade, gerando a transformação social, e promovendo o desenvolvimento sustentável. Porém, muitos gestores responsáveis por administrar essas instituições, o fazem de forma patrimonial, na qual se utilizam da máquina pública para fins pessoais (COSTA, 2012). Tais condutas alteram o real propósito dessas instituições que é servir a sociedade (NUNTIN, 2014). Em busca de reduzir tais episódios, em 1936, iniciou-se a reformulação na administração pública através de leis normativas que visavam enxugar a máquina pública, buscando alcançar os três Es (Eficiência, Eficácia e Economicidade) da gestão

administrativa, através da implantação do controle interno (CASTRO, 2006; COSTA, 2012).

O controle interno é uma ferramenta acurada que permite prever, organizar, coordenar e controlar as atividades de uma organização, garantindo que os resultados da administração sejam coerentes e satisfatórios (SILVA, 2002). No setor público, além das funções supracitadas, o controle interno funciona como uma ferramenta de controle social, garantindo que atividades Internas estejam em acordo com as legislações e políticas normativas (ALVES; REIS, 2006). A efetividade do controle interno, em geral, é acompanhada pela Auditoria Interna, que tem por objetivo supervisionar e fiscalizar o nível de credibilidade dos controles internos (BORDIN; SARAIVA, 2005).

O objetivo principal do controle interno na área pública é auxiliar o gestor público e defender o cidadão (RAUPP; VIER, 2016). Todavia, mesmo com o controle interno implementado, observa-se em algumas Universidades Federais, a presença de vícios administrativos que prejudicam a eficácia dos serviços prestados. Um estudo demonstrou que dentre 52 Universidades Federais do Brasil avaliadas quanto à eficiência na aplicação dos recursos públicos, somente 11 demonstraram ser eficientes (NUNTIN, 2014). Diante de exemplos de má administração, um questionamento emerge na mente da sociedade, que busca entender porque o controle interno não consegue prever, organizar, coordenar e controlar as atividades administrativas destas instituições públicas. Para os autores Filippim, Rossetto e Rossetto (2010), tal problema está relacionado à história do Brasil e a cultura da população, afirmando que muitas vezes o controle interno dentro de tais instituições é considerado um “problema para os demais servidores”.

Atualmente com a maior transparência de informação proveniente da promulgação da Lei nº 12.527/2011, que regulamenta o direito constitucional de acesso às informações públicas, as instituições passaram a ser obrigadas a dar publicidade as informações referentes ao recebimento e a destinação dos recursos públicos (GAMA; RODRIGUES, 2016). Todavia, essas informações têm sido pouco exploradas, principalmente no que se refere à análise dos avanços reais destas gestões com aplicação da Auditoria Interna e consequente melhora na gestão. Apesar de existirem estudos como os de Filho (2008); Elias, Oliveira e Monteiro (2017); Araújo e colaboradores (2016); e Cannavina e Parisi (2015), que descrevem a importância do controle interno na

administração pública, pouco tem sido demonstrado sobre a influência da Auditoria Interna na boa gestão da máquina pública (GARCIA JUNIOR *et al.*, 2015).

Assim, neste estudo avaliou-se a efetividade da Auditoria Interna nos avanços da gestão pública dos recursos na Universidade Federal de Goiás - UFG, com objetivo de responder ao seguinte questionamento: a Unidade de Auditoria Interna da UFG tem contribuído para a melhoria da gestão dos recursos públicos desta instituição?

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho foi verificar se a unidade de Auditoria Interna da UFG contribui positivamente para a melhoria da gestão dos recursos públicos desta instituição. Para alcançar o objetivo geral, foram perseguidos os seguintes objetivos específicos: i) analisar se a Auditoria Interna foi devidamente implementada na UFG; ii) analisar e pontuar as principais falhas apontadas pelos relatórios de Auditoria anuais de contas da UFG emitidos pela CGU entre os anos de 2005 a 2015; e iii) avaliar se as falhas apontadas nos relatórios foram devidamente corrigidas pela gestão através da atuação da Auditoria Interna.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico que sustenta o trabalho contempla os temas (I) Auditoria Interna; (II) Controle Interno; (III) Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores – Intosai; e (IV) *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* – COSO.

2.1 – Auditoria Interna

A Auditoria Interna é uma atividade de avaliação independente que atua de forma preventiva em conjunto com a administração a fim de avaliar a eficiência e eficácia dos sistemas de controle interno da entidade, contribuindo para a melhoria do controle e monitoramento dentro desta (SANTOS, 2013). A Auditoria Interna por estar envolvida em análises de processos da gestão, assim como o controle interno, não deve ser confundida com o mesmo. Isto porque a Auditoria Interna tem como objetivo assegurar o funcionamento dos controles internos, enquanto que estes utilizam um conjunto de métodos e medidas que visam a promover o bom funcionamento das unidades da entidade (SILVA; GOMES; ARAÚJO, 2014). Dessa forma, as Auditorias Internas, segundo o COSO (2006), são fundamentais para o sucesso e efetividade dos controles internos, permitindo então o fortalecimento da gestão através da racionalização das ações de controle.

O Decreto nº 3.591/2000 determina que as entidades de Administração Pública Federal indireta deverão implementar suas respectivas unidades de Auditoria Interna, com o suporte necessário de recursos humanos e materiais, a fim de permitir que essa atue de forma independente e tenha acesso livre a todas as informações das unidades. Posteriormente ao Decreto nº 3.591/2000, a Lei Federal nº 10.180, de 06 de fevereiro de 2001, reforçou a importância das unidades de Auditoria Interna na Administração Pública Federal, ao definir sua atuação nos processos de prestação de contas anuais. A referida Lei regulamenta a atuação do Sistema de Controle Interno no âmbito do Poder Executivo Federal, juntamente com a Instrução Normativa nº 01/2001 da Secretaria Federal de Controle – SFC, que estabelece regras para a atuação das Auditorias Internas, e as definem como um conjunto de procedimentos, tecnicamente normatizados,

executado de forma a assessorar a alta administração da entidade.

Na sua atuação, a Auditoria Interna deve redigir dois documentos: o Plano Anual de Atividades de Auditoria Interna (PAINT) e o Relatório Anual de Auditoria Interna (RAINT), os quais seriam a base de avaliação da atuação desta unidade pela CGU na gestão.

A Instrução Normativa nº 24/2015, da Controladoria Geral da União, que dispõe sobre o Plano Anual de Auditoria Interna (PAINT) e o Relatório Anual de Atividades de Auditoria Interna (RAINT), afirma que o PAINT será elaborado pela unidade de Auditoria Interna, com a finalidade de definir temas e macroprocessos a serem executados no exercício seguinte, considerando para sua elaboração o planejamento estratégico, a estrutura de governança, o programa de integridade, gerenciamento de riscos corporativos, os controles existentes, os planos e metas, os objetivos específicos, os programas e as políticas do respectivo órgão.

Já em seu Art. 15º a referida Instrução dispõe sobre o RRAINT, como sendo o documento que relata as atividades de Auditoria Interna executadas, e que deve conter principalmente, a descrição dos trabalhos de Auditoria realizados de acordo com o PAINT, a análise consolidada acerca do nível de maturação dos controles internos identificando as áreas que apresentaram falhas relevantes e as ações promovidas para mitigação dos riscos. Assim como os achados encontrados na análise, sendo no RRAINT proferidas as recomendações de melhorias ou correções necessárias na gestão.

Em acordo com o Decreto e a Lei supracitados, em 13 de janeiro de 2003, a gestão da Universidade Federal de Goiás criou a Unidade de Auditoria Interna – Audin, com o objetivo desta, contribuir para o funcionamento eficiente e eficaz da gestão orçamentária e financeira, e também de controle preventivo.

2.2 – Controle interno

Em 1947 a *American Institute of Certified Public Accountants* (AICPA) publicou o relatório “*Internal Control*” o qual demonstrava a importância dos controles internos nas organizações e definiu que um bom sistema de controle interno deveria ser capaz de proporcionar proteção contra fraquezas humanas e reduzir a possibilidade de ocorrência de erros e irregularidades (SILVA, 2011). O controle interno se relaciona com as cinco funções da administração para poder atingir seus objetivos: prever, organizar, comandar, coordenar e controlar. Destas funções, a previsão ou planejamento, é a mais importante para a efetividade do controle, pois sem um objetivo previamente definido, não é possível ao controle interno exercer o seu papel de avaliação da ação governamental da gestão dos administradores e da aplicação de recursos.

2.3 – Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores – Intosai

A Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores – Intosai, é a principal fonte normativa de Auditoria para o setor público em todo o mundo (TCU, 2011). As entidades associadas à Intosai são denominadas Entidades de Fiscalização Superior. Existem atualmente 188 Entidades de Fiscalização Superior associadas ao órgão as quais são responsáveis por

desenvolver a Auditoria governamental no âmbito do controle externo em seus países.

Dentre as normas desenvolvidas pela Intosai as Normas Internacionais de Auditoria das Entidades de Fiscalização Superior (ISSAI) são as principais aplicadas no setor público (TCU, 2011). No Brasil, o Tribunal de Contas da União (TCU) é a entidade associada à Intosai, que atua também como membro do Comitê de Normas Profissionais. Dessa forma, no âmbito do controle externo, a Intosai é a principal fonte de normas adotadas pelo TCU.

A Controladoria Geral da União (CGU) é o órgão do Poder Executivo Federal responsável, entre outras funções, por fazer Auditorias e fiscalizações atuando em defesa do patrimônio público e ao incremento da transparência da gestão. Para isso a CGU realiza ações de controle interno, Auditoria governamental, correição, prevenção e combate à corrupção e ouvidoria. Desta forma a CGU atua como um órgão central de controle da gestão pública, compondo o Sistema de Controle Interno do Poder Executivo Federal atuando e prestando orientação normativa necessária. Os relatórios de Auditoria emitidos pela CGU devem ser remetidos ao TCU que atua como órgão de controle externo, avaliando a legalidade dos fatos descritos (ARAÚJO, 2007).

Os procedimentos de Auditoria e fiscalização exercidos pela CGU são realizados por meio da Secretaria Federal de Controle Interno, área responsável por avaliar a execução dos orçamentos da União, fiscalizar a implementação dos programas de governo, fazer Auditorias sobre a gestão dos recursos públicos federais sob a responsabilidade de entidades e órgãos públicos e privados entre outras funções, em cumprimento ao disposto no artigo 74 da Constituição Federal (CGU, 2017). Além disso, a CGU atua de forma integrada e cooperativa com as Auditorias Internas, de forma a legitimar autonomia e aperfeiçoar a atuação destas no âmbito do sistema de controle (ARAÚJO, 2007).

2.4 – *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – COSO*

O *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – COSO*, criado com o objetivo de auxiliar as organizações do setor privado no aperfeiçoamento de seus controles internos, redigiu em 1992 o modelo COSO, que definia os cinco componentes do controle interno: Ambiente de Controle; Avaliação de Riscos; Atividades de Controle; Informação e Comunicação; e Atividades de Monitoramento. Este modelo consolidou a ideia de que o controle interno deve ser uma ferramenta voltada para o monitoramento de riscos na gestão.

Quanto à aplicação das diretrizes do COSO ao setor público, o Intosai, em 2004, publicou o estudo denominado “*Guideline for Internal Control Standards for the Public Sector*”. Este guia está baseado essencialmente no estudo “*Internal Control*”, publicado pela Intosai, e também pelo documento “*Enterprise Risk Management Framework*” emitido pelo COSO em 2003. Sendo assim, este guia da Intosai, possui como peculiaridade, a contextualização dos conceitos e diretrizes introduzidos pelo COSO às especificidades do setor público (WASSALLY, 2008).

Por fim, de acordo com a Instrução Normativa nº 24/2015, artigo décimo, as unidades de Auditorias Internas deverão sempre adotar as melhores práticas na avaliação dos controles internos, considerando os componentes: Ambiente de Controle, Avaliação de Riscos, Atividades de Controle, Informação e Comunicação e Atividades de Monitoramento.

III. METODOLOGIA

O instrumento de pesquisa foi a investigação documental na qual a coleta de dados esteve restrita a documentos. A abordagem do problema se dá por uma análise qualitativa (VERGARA, 2009).

A Universidade Federal de Goiás foi criada com a implementação da Lei nº 3.384, de 14 de dezembro de 1960. Atualmente, ela está presente em grande parte do estado de Goiás, por meio de cinco regionais localizadas nas cidades de Goiânia, Catalão, Jataí, Cidade de Goiás e Cidade Ocidental, e conta hoje com 2.350 servidores técnico-administrativos, 2.935 professores efetivos, 23.362 estudantes de graduação presencial, 150 cursos de graduação ofertados, 62 mestrados e 31 de doutorados (UFG, 2015).

A UFG, assim como as demais IFEs, em atendimento ao estabelecido na Seção III, Capítulo VII da Instrução Normativa SFC nº 01, de 06/04/2001, deve apresentar anualmente, os resultados dos exames realizados sobre a prestação de contas à CGU, que como órgão central do Sistema de Controle Interno no âmbito do Poder Executivo Federal, é responsável por realizar trabalhos de Auditoria e emitir o relatório de Auditoria anual de contas. Devido a CGU atuar de forma integrada com as Unidades de Auditoria Interna, normatizando e auditando suas atividades, foram utilizados neste trabalho os relatórios emitidos por este órgão de controle interno a fim de determinar a efetividade da Audin na gestão da UFG. Esses relatórios estão disponíveis no sítio eletrônico da universidade (<https://www.sic.ufg.br/p/3511-Auditorias>) e são o objeto de estudo deste trabalho.

A análise temporal do estudo compreende os anos de 2005 a 2015. Para a pesquisa documental, os relatórios de Auditoria emitidos pela CGU foram coletados do *site* institucional, entretanto não foram coletados os relatórios referentes aos anos de 2012 e 2014, uma vez que o TCU dispensou a Auditoria nestes anos mediante Decisão Normativa nº 124/2012 e 134/2013, respectivamente.

Na análise inicial dos relatórios foi observado que alguns destes não demonstravam a quantidade ou número de ocorrências de cada impropriedade, limitando-se apenas a afirmar sua existência em determinado ano. Sendo assim, optou-se por quantificar a existência das impropriedades ocorridas nos anos, sem mensurar seu número de ocorrência, tabulando somente as impropriedades em que a CGU não acatou as justificativas feitas pelo gestor. Desta forma foi possível analisar todos os anos de forma igualitária, permitindo observar se houve redução nos diferentes casos de impropriedades ao longo dos anos estudados. Posteriormente, verificou-se se havia a repetição das impropriedades ao longo dos anos a fim de observar as ações da Auditoria Interna e da Gestão para mitigá-las.

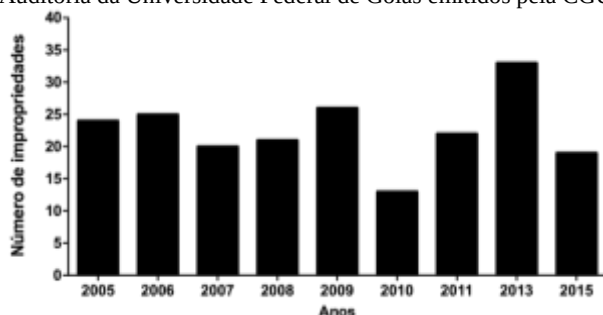
IV. DISCUSSÕES E ANÁLISES

No presente estudo foi realizada uma pesquisa documental dos relatórios de Auditoria emitidos pela CGU durante os anos de 2005 a 2015, com o objetivo de determinar se a Audin teve influência positiva na gestão durante estes anos. A análise dos relatórios demonstrou que durante os anos avaliados neste estudo os números de impropriedades constatadas e relatadas pela CGU referentes à gestão da UFG são em média, de 22 por ano (Figura 1). Quando analisada a evolução destas impropriedades ao longo destes anos observou-se uma tendência de estabilização dos números de

impropriedades, demonstrando uma possível estagnação de melhoria na gestão. Como demonstrado na Figura 1, nos anos entre 2005, 2006 e 2007 os números de impropriedades observadas foram próximos, com uma pequena redução no ano de 2007 para 20. Porém, já nos anos de 2008 e 2009 houve uma tendência ascendente nos números de impropriedades, que foi revertida no ano de 2010, no qual foi constatado o menor número em relação aos demais anos. Todavia no ano de 2013 observou-se um pico de impropriedades, sendo este o maior número de impropriedades registradas nos anos analisados.

De acordo com o Relatório de Gestão do Exercício de 2013, a Universidade Federal de Goiás passou no ano em questão, por um período de expansão universitária, com aumento significativo do número de alunos, criação de novos cursos, novas turmas e a construção de novos edifícios. Com esta expansão provavelmente o número de impropriedades tenha aumentado, o que pode ser uma explicação para o aumento no número de impropriedades ocorridas neste ano.

Figura 1 - Número de impropriedades relatadas nos relatórios de Auditoria da Universidade Federal de Goiás emitidos pela CGU



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos relatórios de Auditoria emitidos pela CGU, 2017.

É possível observar no relatório emitido pela CGU que 39% das impropriedades constatadas no ano de 2013, decorrem da falta de planejamento, acompanhamento e regularização das atividades de docência, principalmente relacionadas à acumulação de cargos, descumprimento da dedicação exclusiva, e falta de planejamento e atuação dos departamentos envolvidos no ensino, extensão e pesquisa. A ausência do relatório referente ao ano de 2014 impossibilitou avaliar se as impropriedades constatadas no ano de 2013 foram corrigidas, pois em 2015 o número de impropriedades reduziu para 19.

Como demonstrado na Figura 1, os números de impropriedades constatadas foram próximos entre os anos analisados, tendo em 2010 e 2013 registros únicos de redução e aumento destas, respectivamente. Ao analisar estes relatórios em busca de determinar a efetividade da Auditoria Interna na constância observada nos números de impropriedades, notou-se que houve descaso por parte da gestão em relação à Auditoria Interna – Audin. A Auditoria Interna criada em 13.01.2003 permaneceu por mais de quatro anos com apenas um servidor, o que comprometeu a atuação desta unidade no desempenho de suas atribuições.

A carência de servidores observada e relatada por vários anos nos relatórios gerou danos ao erário, os quais poderiam ter sido evitados se a unidade tivesse em mãos a estrutura física e humana ideal para sua atuação. Como exemplo disto, o relatório do ano de 2005, demonstra que dos 721 processos licitatórios da UFG/Hospital das Clínicas gerados em 2004, para execução em 2005, somente sete processos foram

apreciados pela Audin, correspondendo a pouco mais de 0,01% do total. Esses dados demonstram uma ineficiência da Audin em atuar e regular as atividades da Unidade, devido à carência de servidores, estrutura física e de políticas.

A carência de servidores se constitui num dos principais entraves para a boa atuação do controle interno. No estudo realizado por Cardin e colaboradores (2015), verificou-se que a adequação do quadro de funcionários no controle interno do Município de Pinheiral, resultou numa maior eficiência e eficácia da gestão, devido a maior capacidade de atuação da controladoria. Outro estudo observou que falhas nos controles internos em Instituições de Ensino Superior do Paraná estão relacionadas à carência de servidores (TEXEIRA, 2008). Logo fica claro a importância em adequar o quadro de funcionários nas unidades de controle interno, para a boa atuação da gestão.

Ao se analisar a atuação da Audin para os anos em estudo, observa-se a ausência de clareza ao demonstrar as incidências das falhas constatadas, sem definição, por exemplo, da quantidade ou em quais processos e atos essas falhas ocorreram, tratando-se de forma genérica tais constatações. Além disso, foi observado nos relatórios emitidos pela CGU que em 2006 a Audin não estava fazendo o devido acompanhamento e avaliação das falhas apontadas. Assim, fica claro num primeiro momento que a atuação da Audin na UFG durante os anos de 2005 a 2007, foi deficiente, não sendo esta capaz de trazer benefícios à gestão. Desta forma, mesmo tendo sido criada há algum tempo, em 2003, a Auditoria Interna não atuou de forma efetiva na gestão por não estar ainda efetivamente implementada.

Tabela 1 - Incidência de impropriedades constatadas pela CGU ao longo dos anos analisados

Impropriedades	Anos das ocorrências
Acúmulos de cargos ou recebimento indevido por parte de servidores	2005/2006/2007/2008/2009/2010/2013/2015
Compras sem licitação ou indevidas	2005/2007/2008/2009/2010/2011
Falhas nos controles internos	2006/2008/2009/2011/2013
Carência de servidores na Auditoria Interna	2005/2006/2007/2013
Não ressarcimento, pela entidade cessionária, relativo ao servidor para UFG	2005/2006/2009/2011

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos relatórios de Auditoria emitidos pela CGU, 2017.

A não implementação e posterior atuação inadequada da Audin, reduziu a eficiência da administração da UFG, pois por vários anos, foram observados erros administrativos que poderiam ter sido corrigidos caso a Audin fosse mais atuante. Estes erros tornaram-se crônicos na gestão, pois apesar dos apontamentos feitos pela Audin e CGU, não se observou ações tempestivas que resultaram na solução destes problemas ou na prevenção de sua recorrência (Tabela 1). Dentre os problemas observados, dois tiveram uma incidência constante ao longo dos anos em estudo (Tabela 1).

O primeiro problema está relacionado à acumulação de cargos por vários servidores na Universidade. Observou-se a ausência de comunicação e organização entre os responsáveis

pela gestão de pessoas, e também a falha no controle interno por não prever estes problemas.

O segundo problema persistente ao longo dos anos, apontado nos relatórios, compreende a não observância das leis de licitações e compras pela gestão da UFG (Tabela 1). Estes problemas estão relacionados principalmente à incapacidade da Audin em acompanhar os processos licitatórios. Quando acompanhados e apontados os erros, observou-se que a Audin não verificou a correção das falhas conforme demonstrado pelo relatório de 2006. Além disso, observou-se que muitas vezes a gestão não tomou medidas tempestivas a fim de resolver os problemas apontados tanto pela Audin quanto pelo CGU e TCU, conforme os relatórios dos anos de 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2013 e 2015. Observou-se também, que para os anos em estudo, não houve planejamento ou troca de informações entre as unidades da UFG e a Audin, o que está demonstrado pelo relatório de 2010. Estes fatores prejudicaram a atuação de gerenciamento de riscos e controle das atividades, que segundo o COSO são fatores essenciais para o desenvolvimento de uma boa gestão.

Portanto, estes dados demonstram que ao longo dos anos analisados neste estudo, a Auditoria Interna da UFG devido à carência de servidores, políticas e planejamento, não foi capaz de prever, organizar, coordenar e controlar as atividades desta Instituição. Apesar dos avanços observados na implementação da Audin ao longo dos anos, estes foram insuficientes para permitir que esta tivesse uma influência positiva na gestão da UFG.

V. CONCLUSÃO

Esta pesquisa abordou o tema Auditoria Interna e teve como foco as atividades realizadas pela unidade de Auditoria Interna da Universidade Federal de Goiás. Seu objetivo foi avaliar se a Unidade de Auditoria Interna da Universidade Federal de Goiás tem contribuído para a melhoria da gestão dos recursos públicos desta instituição.

Este estudo demonstrou que durante os anos analisados, a gestão da UFG apresentou impropriedades que poderiam ser evitadas se a unidade de Auditoria Interna estivesse implementada. A não observância ao Decreto nº 3.591/2000 resultou na ineficiência da Auditoria Interna da UFG em atuar de forma ativa na gestão. Assim, conclui-se que não houve efetiva atuação da Auditoria Interna na melhoria da gestão da UFG, haja vista os entraves supracitados.

As limitações encontradas no desenvolvimento deste estudo estão relacionadas principalmente aos relatórios de Auditoria emitidos pela CGU, que apresentaram para os anos analisados diferentes padrões de redação e Auditoria. A Auditoria foi feita em unidades diferentes durante os anos, fator que impossibilitou avaliar se houve melhora no ano seguinte para a unidade. Outro fator limitante foi a não publicação pela UFG do PAINT e RAIPT de todos os anos, impossibilitando assim determinar as reais atividades desenvolvidas pela Audin.

Por fim, para pesquisas futuras, sugere-se a análise mais aprofundada dos demais problemas apontados nos relatórios de Auditoria emitidos pela CGU, e a comparação dos relatórios emitidos pela CGU com os relatórios emitidos pela Unidade de Auditoria Interna.

VI. REFERÊNCIAS

ALVES, A. L. Z. S.; REIS, J. A. G. dos. **Auditoria Interna no setor público**. In: IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, São Paulo. Disponível em: <<http://biblioteca.univap.br/dados/INIC/cd/inic/IC6%20anais/IC6-63.PDF>>. Acesso em: 10/04/2013.

ARAÚJO, D. J. C.; LIBONATI, J. J.; MIRANDA, L. C.; RAMOS, F. de S. Unidades de controle interno dos municípios brasileiros: análise sob a ótica do Coso II. **Revista Universo Contábil**, v. 12, n. 2, p.39-58, abr./jun., 2016.

ARAÚJO, F. da S. **Controle Interno no Poder Executivo Federal: um estudo exploratório quanto à percepção dos auditores internos das instituições federais de ensino (IFE's) sobre a atuação da Controladoria Geral da União (CGU)**. Dissertação-Mestrado em Ciências Contábeis, Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. Recife-PE, 2007.

BORDIN, P.; SARAIVA, C. J. O controle interno como ferramenta fundamental para a fidedignidade das informações contábeis. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, v.2, n.3, p. 200-218, 2005.

BRASIL. **Decreto nº 3.591, de 6 de setembro de 2000**. Dispõe sobre o Sistema de Controle Interno do Poder Executivo Federal e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3591.htm>. Acesso em: 14 dez. 2017.

_____. Secretaria Federal de Controle Interno-SFC. **Instrução Normativa nº 01, de 6 de abril de 2001**. Disponível em: <http://www.cgu.gov.br/Legislacao/Arquivos/InstrucoesNormativas/IN01_06abr2001.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Controladoria Geral da União. **Instrução Normativa nº 24, de 17 de novembro de 2015**. Disponível em: <http://www.cgu.gov.br/sobre/legislacao/arquivos/instrucoes-normativas/in_cgu_24_2015.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

_____. Controladoria Geral da União. **Instrução Normativa nº 3, de 09 de junho de 2017**. Disponível em: <http://www.cgu.gov.br/sobre/legislacao/arquivos/instrucoes-normativas/in-3_2017-alterada.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

_____. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 – Lei de Acesso à Informação**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 14 dez. 2017.

_____. **Lei nº 10.180, de 06 de Fevereiro de 2001**. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

CANNAVINA, V. C.; PARISI, C. Gestão Pública em entidades brasileiras: adequação dos procedimentos de controles internos às Normas COSO/Intosai. **Revista Universo Contábil**, v.11, n.3, p.06-26, jul./set. 2015.

CARDIN, S. A.; GUIMARÃES, F. R. F. B.; BARBOSA, M. V.; MONTEIRO, A. de S. **Controle Interno na Administração Pública como ferramenta para economicidade de processos**. In: XII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rezende – RJ, 2015.

CASTRO, R. B. de. **Eficácia, eficiência e efetividade na administração pública**. XXX Encontro anual da ANPAD, Salvador, 2006. Disponível em <

http://www.anpad.org.br/evento.php?acao=trabalho&cod_edicao_subsecao=149&cod_evento_edicao=10&cod_edicao_trabalho=5281>. Acesso em 28 fev 2018.

CGU – Controladoria Geral da União. **Auditoria e Fiscalização**. 2017. Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br/assuntos/Auditoria-e-fiscalizacao>>. Acesso em: 14 dez 2017.

COSO – Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. **Gerenciamento de Riscos Corporativos – Estrutura Integrada: Sumário Executivo – Estrutura**. Edição brasileira patrocinada pela PriceWaterhouseCoopers e Audibra, 2006.125 p.

COSTA, G. P. da. **Heranças Patrimonialistas, (Dis)Funções Burocráticas, Práticas Gerenciais e os Novos Arranjos do Estado em Rede**: entendendo a configuração atual da Administração Pública brasileira. Tese – Programa de Doutorado em Administração da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Rio de Janeiro, 2012.

ELIAS, G. T.; OLIVEIRA, W. M. de; MONTEIRO, D. M. V. Controle interno dos municípios do estado de Minas Gerais: uma proposta de diagnóstico de sua efetividade. **Revista do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais**, v.35, n.1, p. 124-139, jan./jun. 2017.

FILHO, A. J. A importância do controle interno na administração pública. **Diversa**, ano I, n.1, p.85-99, jan./jun. 2008.

FILIPPIM, E. S.; ROSSETTO, A. M.; ROSSETTO, C. R. Abordagens da Administração Pública e sua relação com o desenvolvimento em um contexto regional: o caso do Meio Oeste Catarinense. **Cadernos EBAPE.BR**, v.8, n.4, p.735- 752, 2010.

GAMA, J. R.; RODRIGUES, G. M. Transparência e acesso à informação: um estudo da demanda por informações contábeis nas Universidades Federais brasileiras. **TransInformação**, v.28, n.1,p.47-57, jan./abr. 2016.

INTOSAI – International Organization of Supreme Audit Institutions. Disponível em: <<http://www.intosai.org/about-us.html>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

GARCIA JUNIOR, D.; JENKINS, L. E. C.; ZANIN, D. F.; ALMEIDA, L. B. de. **O papel da Auditoria Interna na melhoria da qualidade dos gastos públicos**: um estudo exploratório nas IFES do estado do Paraná. In Anais do Congresso Brasileiro De Custos, Foz do Iguaçu - PR. 2015.

NUINTIN, A. A. *et al.* **Eficiência da aplicação de recursos públicos nas universidades federais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, Natal- RN. 2014. Disponível em: <Disponível em: <http://www.anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/3783/3784>>. Acesso em: 14 dez 2017.

RAUPP, J.; VIER, A. J. A Auditoria e os controles internos como ferramenta para demonstrar transparência na Administração Pública – Municípios do Vale do Paranhana. **Revista eletrônica de Ciências Contábeis**, v.8, p.56-81, 2016.

SANTOS, K. **Auditoria Interna e o seu contributo para a eficácia da gestão**. Estudos de Caso: Enapor SA. Monografia - Licenciatura em Organização e Gestão de Empresa. Universidade do Mindelo. Mindelo, Cabo Verde, 2013.

SILVA, J. M. D. **Importância do controle interno nas empresas de pequeno porte** - Estudo de Caso: Mr3 Mineração Ltda Epp. Várzea Grande, MT: UNIVAG, 2011. Disponível em: <http://arquivos.suporte.ueg.br/moodlebetinha/moodledata/184/a_import_controle_interno.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

SILVA, P. G. K. da. O papel do controle interno na administração pública. **ConTexto**, v.2, n.2, 1º semestre 2002.

SILVA, W. A. C.; GOMES, M. C. de O.; ARAÚJO, E. A. T. Controles internos determinantes para a eficiência na gestão do CEFET/MG. **Revista Contabilidade e Controladoria**, v.6, n.1, p. 103-120, jan./abr.2014.

TEIXEIRA, E. C. B. **Estudos dos controles internos das instituições de ensino superior públicas do estado do Paraná**. Dissertação-Mestrado em Ciências Contábeis e Atuariais – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2008. São Paulo-SP.

Tribunal de Contas da União. **Auditoria Governamental**. Programa de Aprimoramento Profissional em Auditoria – Proaudi. Brasília, DF: TCU, Instituto Serzedello Corrêa, 2011. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A24F0A728E014F0B277355651D>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

_____. Decisão Normativa TCU nº 124, de 05 de dezembro de 2012. Disponível em: <<https://www.tcu.gov.br/Consultas/Juris/Docs/judoc/DN/20121212/DN-T2012-124.doc>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

_____. Decisão Normativa TCU nº 134, de 04 de dezembro de 2013. Disponível em: <https://www.sic.ufg.br/up/349/o/dn_tcu_-134_2013.pdf> Acesso em: 28 fev. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **UFG em Números**. Goiânia, GO: UFG, 2015. Disponível em: <<https://www.ufg.br/p/6384-ufg-em-numeros>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

VERGARA, S. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. **Revista de Administração Contemporânea**, n.10, p.221-221, 2009.

WASSALLY, L. P. M. P. **Controles internos no setor público**: um estudo de caso na Secretaria Federal de Controle Interno com base em diretrizes emitidas pelo COSO e pela INTOSAI. Dissertação-Mestrado em Ciências Contábeis, Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. Brasília-DF, 2008.

VII. COPYRIGHT

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

Submetido em: 20/12/2017

Aprovado em: 03/03/2018

CADEIA DE PRODUÇÃO DE CENOURA EM CARANDAÍ/MG SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO

CARROT PRODUCTION CHAIN IN CARANDAÍ/MG UNDER THE PERSPECTIVE OF THE ECONOMY OF TRANSACTION COSTS

ANDREYSA KERYANE SILVA RODRIGUES¹; CLÁUDIA MARIA MIRANDA DE ARAÚJO PEREIRA²; HELDER ANTÔNIO DA SILVA³; NICÁSSIA FELICIANA NOVÔA⁴

1 – GRADUANDA EM ADMINISTRAÇÃO; 2 – PROFESSORA DO IF SUDESTE MG – CÂMPUS BARBACENA; 3 – PROFESSOR DO IF SUDESTE MG – CÂMPUS BARBACENA; 4 – PROFESSORA DO IF SUDESTE MG – CÂMPUS BARBACENA

andreysakeryane@hotmail.com; claudia.miranda@ifsudestemg.edu.br; helder.silva@ifsudestemg.edu.br; nicassia.novoa@ifsudestemg.edu.br

Resumo - A cenoura é uma das cinco principais hortaliças comercializadas no Brasil. No município de Carandaí a importância da cenoura é evidenciada pela geração de renda e emprego ligada à sua atividade produtiva. Portanto, o objetivo deste trabalho é investigar os custos de transação e a estrutura de governança adotada na cadeia produtiva de cenoura da cidade de Carandaí/MG, a fim de analisar se esta estrutura considera os atributos das transações para redução dos custos e a fim de sugerir a melhor forma de organização da cadeia de produção de cenoura no município. Foi realizado estudo de caso de 10 produtores de cenoura ativos, através da aplicação de questionários semi estruturados. As evidências empíricas demonstraram a existência de ativos com alto nível de especificidade e estrutura de governança com estratégias para redução dos custos de transação.

Palavras-chave: Cadeia de Produção. Estruturas de Governança. Economia dos Custos de Transação.

Abstract - Carrot is one of the top five vegetables marketed in Brazil. In the municipality of Carandaí the importance of the carrot is evidenced by the generation of income and employment linked to its productive activity. Therefore, the objective of this work is to investigate the transaction costs and the governance structure used in the carrot production chain of the city of Carandaí / MG, in order to analyze if this structure considers the attributes of the transactions to reduce costs and in order to suggest the best way to organize the carrot production chain in the city. A case study of 10 active carrot producers was carried out through the application of semi structured questionnaires. Empirical evidence has demonstrated the existence of assets with a high level of specificity and governance structure with strategies to reduce transaction costs.

Keywords: Production Chain. Governance Structures. Transaction Cost Economics.

I. INTRODUÇÃO

Até a década de 1980, a cenoura consumida pelo mercado brasileiro advinha de sementes importadas de outros países e cultivadas no Brasil (ONUYAMA *et al.*, 2011). Nesta época, a oferta de cenoura era limitada pela falta de tecnologia e desenvolvimento na produção, que gerava custos relevantes para o consumidor final. A partir de 1981, surgiram cultivares nacionais resistentes a doenças e capazes

de serem cultivadas em diferentes regiões e em diversas épocas do ano (ONUYAMA *et al.*, 2011).

Desde então, conforme Vilela e Borges (2008), aumentou-se a produtividade nas fazendas e os custos finais da produção foram reduzidos, dando oportunidade de consumo à população de menor poder aquisitivo uma vez que o uso de insumos e obtenção de sementes internacionais diminuiu.

A produção de cenoura se mostrou importante para o mercado brasileiro, contribuindo para o crescimento econômico de várias regiões, uma vez que gerou aumento de demanda por sementes e empregos em toda a cadeia produtiva, já que a produção nacional substituiu as importações (VILELA; BORGES, 2008).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), a cenoura é uma das cinco principais hortaliças comercializadas no país, sendo Minas Gerais, Bahia, Paraná e São Paulo os quatro principais estados produtores, destacando o estado de Minas como o maior produtor nacional. Conforme Conab (2017) em boletim referente ao mês de fevereiro deste ano, Carandaí se posicionou como o quarto principal município do país na quantidade ofertada de cenoura para as CEASAS analisadas.

A quantidade de cenoura ofertada pelo município de Carandaí, em 2016, foi equivalente a 32,97% da quantidade (kg) de todos os 56 produtos agrícolas da cidade comercializados na CEASA-MG, seguido pelo repolho híbrido, representando 25,09%, tomate longa vida, 15,23% e beterraba s/fls, 12,43%, que são os produtos de maior percentual de produção (CEASAMINAS, 2016). Esta quantidade de cenoura gerou, aproximadamente, 37% da receita obtida pela comercialização de todos os produtos agrícolas cultivados em Carandaí percentual significativamente maior do que o de 19% referente à receita obtida pela venda de tomate longa vida (CEASAMINAS, 2016).

Percebe-se, portanto, a relevância da produção de cenoura para a economia de Carandaí/MG, assim como o significativo percentual produtivo da hortaliça na cidade, o que justifica o estudo dessa cadeia de produção, realizado sob a ótica da economia dos custos de transação.

Esta teoria defende a presença de custos associados às transações de mercado e que as estruturas de governança, quando bem alinhadas aos atributos transacionais e pressupostos comportamentais, proporcionam a redução dos custos de transação (ZYLBERSZTAJN, 1995). Portanto, este estudo objetiva investigar os custos de transação e a estrutura de governança adotada na cadeia produtiva de cenoura da cidade de Carandaí/MG, a fim de analisar se esta estrutura considera os atributos das transações para redução dos custos e a fim de sugerir a melhor forma de organização da cadeia de produção de cenoura no município.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Williamson (1996) a Economia dos Custos de Transação (ECT) é uma teoria de enfoque microanalítico, que constitui-se pela análise do arranjo institucional, no qual as firmas utilizam de diferentes estruturas de governança para coordenar suas transações. Coase, em seu trabalho de 1937, apresentou uma nova concepção das estratégias organizacionais, ao considerar a presença de custos associados às transações realizadas no mercado (NUINTIN; CURI; SANTOS, 2012).

Arruda *et al.* (2013) exemplificam estes custos incorridos nas transferências e trocas efetuadas no mercado, como custos para conhecer os agentes com que serão efetuadas as negociações e formular contratos com a garantia de que serão cumpridos. De acordo com os mesmos autores, os custos de transação podem ser classificados em *ex-ante* e *ex-post*, devendo ser considerados de forma simultânea quando há instituição de contratos. Os custos *ex-ante*, decorrem das etapas de procura e conhecimento dos agentes com que serão realizadas as negociações, para elaboração de contratos; já os custos *ex-post*, advém dos processos de adaptações de estratégias para reduzir os erros e falhas durante as negociações, de forma a maximizar a eficiência dos contratos (WILLIAMSON, 1996).

O autor Williamson (1985) apresenta dois construtos fundamentais da ECT, importantes para o entendimento das instituições: os atributos da transação e os pressupostos comportamentais, uma vez que a análise da transação é o ponto central desta teoria.

Nas transações de mercado, há atributos que influenciam diretamente na definição dos custos, conforme suas ocorrências, sendo eles a especificidade dos ativos, a frequência com que ocorrem as transações e a incerteza que permeia o relacionamento entre os agentes. Além disso, fatores como racionalidade limitada e oportunismo são comportamentos determinantes para a existência dos custos de transação.

A especificidade dos ativos, conforme Vilpoux (2011), decorre da possibilidade de ativos serem empregados em atividade que não lhes é específica, sem perder o seu valor produtivo. Segundo Williamson (1996) a especificidade de ativos pode assumir seis categorias: (a) especificidade locacional, referente à posição geográfica, já que a proximidade das unidades produtivas proporciona redução dos custos com transporte e armazenamento dos ativos; (b) especificidade de ativos físicos, que é o investimento em maquinários com característica de uso específico nas atividades; (c) especificidade de ativos humanos, referente ao capital humano com necessidade de conhecimento específico para desenvolver as atividades da empresa; (d) ativos dedicados, representando os investimentos realizados para atender as particularidades de determinado cliente,

incorrendo em perda de valor ao se oferecer estes ativos ao mercado; (e) especificidade de marca, é a importância e singularidade da imagem da marca; (f) especificidade temporal, quando o valor do ativo está diretamente relacionado ao tempo, visto a sua perecibilidade.

O atributo frequência está relacionado com a regularidade com que ocorrem as transações, podendo haver, neste sentido, transferência de bens entre os agentes em circunstâncias ocasionais ou relacionamentos mais consolidados, com transações contínuas entre os envolvidos (VILPOUX, 2011). O autor Neves (1995) afirma que, quando as transações são mais frequentes é possível desenvolver uma estrutura mais especializada, o que implica na redução de custos.

Zylbersztajn (1995) relaciona o atributo incerteza nas transações ao desconhecimento de eventos externos que podem ocorrer e influenciar as negociações. Os autores Ferreira *et al.* (2008) ainda afirmam que a incerteza nas transações se caracteriza pela imprecisão de futuro e pela falta de informações, podendo este atributo interferir nas relações entre os agentes da cadeia, pois deixam as transações vulneráveis a oportunismos por parte daqueles que possuem maior grau de conhecimento.

Ao se tratar sobre os pressupostos comportamentais, Ferreira *et al.* (2008) mencionam se manifestar através da racionalidade limitada e do oportunismo. A racionalidade limitada está relacionada a essência dos custos de transação, pois as pessoas são incapazes de conhecer todos os aspectos envolvidos nas transações. Além disso, dada a impossibilidade de o indivíduo processar todas as informações disponíveis e prever eventos futuros, os contratos se manifestam incompletos, passíveis de negociações e comportamentos oportunistas (ARRUDA *et al.*, 2013).

Em relação ao oportunismo, Arruda *et al.* (2013) relatam ser a tendência de os agentes econômicos comportarem estrategicamente buscando o interesse próprio, mesmo que isto seja prejudicial à outra parte envolvida.

Neste aspecto, destaca-se a necessidade de se organizar uma estrutura administrativa e, especialmente transacional, com o desígnio de redução dos custos a partir de contratos mais flexíveis, já que contratos complexos e de curto prazo são insatisfatórios, demandando ajustamentos a cada transação.

Sendo assim, conforme Zylbersztajn (1995), o objetivo da economia dos custos de transação é identificar a interferência dos custos de transação no arranjo das estruturas de governança. Ainda ressalta-se que, as instituições com estruturas de governança bem alinhadas aos atributos das transações e pressupostos comportamentais, são essenciais para constituir contratos eficientes, que reduzam os custos de transação.

Estrutura de governança, segundo Augusto, Souza e Cario (2014) é representada pelos diferentes modelos utilizados para organização das transações. Os trabalhos de Williamson (1985, 1996) relacionam as estruturas de governança a três tipos de formação: mercado, hierárquica e forma híbrida.

A estrutura de governança de mercado é caracterizada por ativos não específicos e transações contínuas ou ocasionais, sendo a relação entre os agentes baseada apenas no sistema de preço (WILLIAMSON, 1985). Ainda, neste tipo de governança os custos de transação são mínimos, assim como a ocorrência de comportamentos oportunistas. Isso

acontece pelo fato de que o conhecimento que os agentes possuem sobre os produtos envolvidos nas transações é suficiente para garantir baixo nível de incerteza; além disso, a frequência das transações é mínima, assim como a reputação entre os agentes (AUGUSTO; SOUZA; CARIO, 2014).

Por sua vez, a estrutura hierárquica acontece quando as empresas optam por executar internamente o segmento de atividade que ocorre imediatamente antes e depois de sua operação principal (NUINTIN; CURI; SANTOS, 2012, p.75). Segundo Williamson (1996), na governança hierárquica os ativos são específicos, porém os custos da não efetivação das transações são maiores do que os envolvidos nesse tipo de organização, o que gera a dependência bilateral entre os agentes envolvidos. De acordo com o mesmo autor, este tipo de governança é baseado em alto nível de frequência e de incerteza facilitando a manifestação de comportamentos oportunistas.

Já na governança forma híbrida, são utilizados elementos das estruturas de mercado e hierárquica, possibilitando que os efeitos das incertezas presentes no mercado e das inconveniências que ocorrem na estrutura hierárquica sejam reduzidos (WILLIAMSON, 1996). Complementando esta proposta, Augusto, Souza e Cario (2014) ressaltam que a estrutura de governança forma híbrida pode ser apresentada através de diferentes configurações, tanto de modelos menos formais até modelos mais formais.

De forma geral, tem-se que a governança de mercado é aquela na qual as transações são efetuadas com base no preço de mercado, a hierárquica é a forma de governança pelo qual a organização define as regras de transação e a forma híbrida é baseada em estratégias de cooperação, utilizando de parcerias para organização dos processos de produção (WILLIAMSON, 1996).

Portanto, a melhor forma de gerenciamento da cadeia de produção é aquela que considera os custos de transação envolvidos e que se adapta às formas de reduzi-los.

III. METODOLOGIA

Para elaboração deste trabalho utilizou-se de estudo de caso com abordagem quantitativa e qualitativa, que permite acesso aos detalhes de um ou poucos objetos, através de estudo sistemático e profundo (GIL, 2010). Considerando como objeto de estudo a cadeia de produção de cenoura da cidade de Carandaí/MG, o estudo de caso é, portanto, abordagem adequada para a análise e entendimento da produção, proporcionando a avaliação de cada caso de maneira específica.

Para conhecimento dos casos foi efetuado questionário semi estruturado, com perguntas abertas, fechadas e de múltipla escolha, constituindo instrumento de coleta de dados por meio de um conjunto ordenado de perguntas (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Portanto, optou-se por realizar o estudo de produtores ativos, sendo descoberto em campo o quantitativo de 10 proprietários que efetivamente produzem cenouras, descartados todos os atravessadores. Desta forma, a amostra é não probabilística e intencional, de produtores encontrados em atividade, não necessitando neste caso, de seleção da amostra por métodos estatísticos (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Na pesquisa de campo, foi realizada uma visita a cada agricultor da amostra, para conhecimento do funcionamento da cadeia de produção e aplicação do questionário. Para que a pesquisa fosse realizada, o projeto foi avaliado por uma comissão interna de ética e cada respondente assinou um

termo de consentimento no início da entrevista. Durante os questionários os produtores responderam questões relativas à produção de cenoura, especificidade dos ativos, riscos envolvidos na produção e venda do produto, transações realizadas entre os agentes, aquisição dos insumos, ambientes institucionais, logística e associações de interesse privado relacionadas à cadeia produtiva de cenoura da cidade de Carandaí/MG.

Assim, foi possível captar as informações necessárias para a realização da análise da cadeia de produção da cenoura, sob a ótica da economia dos custos de transação.

IV. RESULTADOS

4.1 – Caracterização da cadeia produtiva de cenoura em Carandaí/MG

A área de estudo escolhida relativa à produção de cenoura se localiza de 20 a 50 km da região central de Carandaí/MG. Do total da amostra pesquisada são dedicados ao cultivo de cenoura 784 hectares, sendo que 40% dos produtores possuem de 4 a 50 hectares, 40% cultivam de 60 a 100 hectares e 20% dos produtores destinam de 180 a 200 hectares de terra para o plantio de cenoura.

Os agricultores que possuem de 4 a 50 hectares plantam entre 1.000.000 e 1.300.000 sementes por hectare, os agricultores que possuem de 60 a 100 hectares cultivam em torno de 800.000 a 1.100.000 sementes por hectare e os agricultores que possuem de 180 a 200 hectares utilizam 1.000.000 de sementes para o plantio em cada hectare. Durante os questionários foi possível identificar que muitas sementes utilizadas na produção de cenoura são obtidas pelos produtores através de importações.

A produção anual de cada propriedade varia entre 10.000 e 600.000 caixas de cenoura. Os produtores que possuem de 4 a 50 hectares obtêm produção anual entre 10.000 e 100.000 caixas de cenoura, os produtores que possuem de 60 a 100 hectares obtêm em torno de 50.000 a 150.000 caixas e os produtores que dispõem de 180 a 200 hectares de terra têm produção entre 156.000 e 600.000 caixas de cenoura por ano.

Observa-se, por meio do Quadro 1, que há produtores que atingem uma produção anual mais significativa do que outros com propriedade maior. Neste aspecto, quando se relaciona o tamanho da propriedade com a quantidade de sementes plantada em cada hectare é possível identificar produtores com menor número de terras que plantam mais sementes por hectare do que outros que possuem uma propriedade maior, sendo este possível fator para que alguns produtores com propriedades menores alcancem maior produção anual.

Além disso, os dados da pesquisa demonstram que os produtores que possuem de 4 a 50 hectares, produzem anualmente de 600 a 2500 caixas de cenoura por hectare, apresentando produtividade maior do que os produtores que dispõem de 60 a 100 hectares, uma vez que estes produzem anualmente em torno de 714 a 1500 caixas de cenoura por hectare. Por sua vez, os produtores que cultivam de 180 a 200 hectares, apresentam produtividade anual de 867 a 3000 caixas de cenoura por hectare, conforme o quadro 1 apresentado a seguir.

O cultivo de cenoura ocorre durante todo o ano, utilizando-se de variedades de verão e inverno. A produção da cenoura de verão acontece entre os meses de setembro a abril, sendo o intervalo desde o plantio da semente até o início

da produção comercial de 90 a 110 dias. O cultivo da variedade de inverno é realizado durante os meses de maio a agosto, com o prazo de 120 a 140 dias para obter a produção comercial após o plantio da semente. A cenoura cultivada nas propriedades, conforme 80% dos produtores, é considerada de boa qualidade, 10% consideram a qualidade do produto regular e 10% consideram a cenoura produzida de ótima qualidade. A boa qualidade do produto final na maioria das propriedades é evidenciada pelo alto nível de qualidade dos insumos utilizados, de acordo com 80% dos produtores, além do uso intensivo de fertilizantes, defensivos agrícolas e de tecnologias de irrigação em 100% das fazendas.

Quadro 1 – Quantidade de hectares pertencente a cada produtor, quantitativo de sementes plantadas por hectare, produção anual e a respectiva produtividade

Produtores	Hectares	Sementes (unidade/hectare)	Produção anual (caixas)	Produtividade (produção anual/hectares)
1	4	1.000.000	10.000	2500
2	20	1.200.000	12.000	600
3	40	1.300.000	70.000	1750
4	50	1.300.000	100.000	2000
5	60	800.000 a 1.100.000	75.000	1250
6	60	1.000.000	80.000	1333
7	70	1.000.000	50.000	714
8	100	800.000	150.000	1500
9	180	1.000.000	156.000	867
10	200	1.000.000	600.000	3000

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à mão de obra, 50% dos produtores empregam de 23 a 30 trabalhadores, 40% dos produtores empregam em torno de 4 a 20 trabalhadores e 10% dos produtores empregam 70 pessoas, todos contratados por prazo indeterminado, já que o ciclo produtivo da cenoura é contínuo. Assim, constata-se a importância do setor agrícola para a economia de Carandaí, destacando neste caso a cadeia produtiva de cenoura, que possui grande potencial empregatício, já que a amostra analisada apresentou o quantitativo de 258 pessoas empregadas.

A comercialização da cenoura é realizada por 100% dos produtores na CEASA de Belo Horizonte/MG, há também comercialização do produto no próprio município de Carandaí, por 50% dos produtores, na cidade do Rio de Janeiro/RJ, por 30% dos produtores e em São Paulo/SP, Juiz de Fora/MG e Barbacena/MG, por 10% dos produtores. Identificou-se que o transporte e a distribuição da cenoura são realizados diretamente pelos produtores, em caminhões.

Os dados da pesquisa afirmam que 100% dos agricultores realizam venda do produto em CEASA, 50% dos agricultores vendem para sacolões e supermercados, 40% deles comercializam para atravessadores e 30% vendem para consumidores finais.

De acordo com as informações adquiridas e através dos questionários aplicados, verificou-se que a cadeia produtiva de cenoura no município se encontra bem estruturada e com significativo potencial de crescimento e competitividade no mercado. Entretanto, na cidade de Carandaí, de acordo com 100% dos pesquisados, inexistia associação que agregue os

interesses dos produtores e proporcione maior desenvolvimento da cultura da cenoura por meio da organização da produção e intermediação nas negociações para a compra de insumos e venda dos produtos.

4.2 – Análise dos atributos das transações

É possível identificar a especificidade locacional relacionada à venda da cenoura, já que há distância entre as unidades produtivas e os pontos de comercialização do produto, de 130 a 160 km para 100% dos agricultores, uma vez que todos comercializam o produto na CEASA de Belo Horizonte. Ainda, 30% dos produtores necessitam percorrer uma distância de 330 a 350 km para as vendas no Rio Janeiro (RJ) e 10% dos produtores comercializam em São Paulo (SP), com trajeto em torno de 580 km. Destacando que há cobrança de pedágios na BR 040, rota entre Carandaí e Belo Horizonte, utilizada por todos os agricultores para venda do produto, além das rotas de Carandaí ao Rio de Janeiro e São Paulo, onde também há cobrança de pedágios.

Em relação à especificidade de ativos físicos, 100% dos produtores disseram que é possível utilizar a estrutura física da fazenda para outra cultura sem perder o valor de uso, porém 80% dos pesquisados afirmaram que há grande quantidade de investimentos específicos para a produção e venda de cenoura. Sobre a mão de obra empregada, segundo 70% dos produtores, é necessário conhecimento específico sobre as maneiras de manusear e produzir a cenoura, configurando a especificidade de ativos humanos.

Considerando as questões relativas à especificidade dedicada, 70% dos agricultores alegaram que a cenoura produzida em suas propriedades visa atender a compradores específicos e 60% dos agricultores afirmaram que, caso não consigam vender a produção para estes compradores, não é possível vendê-la para outro comprador sem perder o valor. Também, cerca de 80% dos pesquisados utilizam uma marca para a cenoura e 90% da amostra analisada oferece uma embalagem que proporciona ao comprador lembrar a origem do produto, o que caracteriza a especificidade de marca.

Durante a pesquisa, verificou-se que o clima é um risco relacionado ao cultivo de cenoura e segundo 100% dos produtores não é possível contorná-lo por meios físicos. Para prevenir ou combater as doenças e pragas, que também oferecem risco ao produto, são utilizados agroquímicos, principalmente os herbicidas, inseticidas e fungicidas, por 100% dos pesquisados. A mão de obra desqualificada também foi considerada risco envolvido na produção por 70% dos agricultores, que alegaram realizar o treinamento prático necessário durante as atividades. Em relação à venda da cenoura, 90% dos produtores pesquisados consideraram a perecibilidade um risco envolvido e, por isso, 80% deles não armazenam os produtos nas fazendas, efetuando o transporte e venda no mesmo dia da colheita ou no dia seguinte e, apenas 10% dos produtores dispõem de câmara fria para armazenamento do produto. Os 10% que não avaliam a perecibilidade como um risco envolvido na venda da cenoura, também não armazenam o produto na fazenda, realizando o transporte e venda no mesmo dia da colheita ou no dia seguinte. Sendo assim, confirma-se a especificidade temporal associada à cadeia produtiva de cenoura.

A inadimplência também é um risco considerado por 80% dos produtores que, ao serem questionados sobre como contorná-lo, responderam: “vendo para conhecidos”, “vendo para compradores específicos”, “cheques sem fundo são devolvidos para o CEASA”, “vendo à vista”, “evito clientes

desconhecidos”, “realizo o cadastro de clientes”. O transporte até os centros de comercialização é outro risco relacionado à venda de cenoura, segundo 80% dos pesquisados, porém apenas 10% utilizam caminhão com baú frigorífico para transportar os produtos.

No mercado local os agricultores encontram algumas opções para compra de insumos, entretanto insumos como, sementes e adubos, são adquiridos nas próprias fazendas por todos os produtores, visto que os fornecedores vão ao campo para revendê-los; outros fatores de produção utilizados, como tratores, máquinas, pivôs de irrigação, dentre outros, são adquiridos em mercados maiores. Os preços praticados pelos fornecedores são considerados altos por 90% dos produtores, principalmente os preços das embalagens para acondicionamento dos produtos, que são em sua maioria caixas de papelão.

Quanto aos fatores que incentivam a aquisição de insumos de um vendedor, 100% dos pesquisados afirmaram ser a confiança na empresa elemento primordial para efetivação da compra, 90% asseguraram ser importante o fato de o vendedor oferecer garantias do que está vendendo, assim como proporcionar orientação técnica do insumo.

Segundo 100% dos produtores, não é possível produzir os próprios insumos nas propriedades. O sistema de preços é o único fator observado para aquisição de insumos por 50% dos agricultores, porém 50% expressaram que, além do sistema de preços, a qualidade é fator primordial para obtenção do produto, todavia apenas 10% dos produtores afirmaram ser necessário, ocasionalmente, desenvolver contrato com fornecedores.

4.3 – Estrutura de governança da cadeia produtiva de cenoura

As transações entre os produtores e fornecedores de insumos, como fertilizantes, corretivos de solo, pesticidas e sementes, e bens de capital, como máquinas em geral, tratores, equipamentos de irrigação, são efetuadas em sua totalidade via mercado. Isso ocorre devido às várias opções de insumos disponíveis e pelas compras com os fornecedores serem realizadas mensalmente, trimestralmente ou conforme a necessidade da produção, caracterizando a estrutura de governança forma híbrida pela baixa frequência com que ocorrem estas transações. Quando as transações ocorrem com menor frequência aumenta a possibilidade de comportamento oportunista por parte dos agentes envolvidos. Entretanto, a formação dos preços dos insumos adquiridos pelos produtores da cidade é estabelecida via mercado, segundo 100% dos pesquisados e, além disso, 100% dos produtores compram insumos dos vendedores porque confiam na empresa que está vendendo e 90% adquirem os insumos porque o vendedor oferece garantias do que está vendendo. Assim, os produtores garantem um controle mais efetivo das transações, reduzindo os efeitos das incertezas presentes no mercado.

As vendas da cenoura ocorrem diariamente por 30% dos produtores e 03 vezes por semana por 70% dos produtores, sendo os preços do produto formados via mercado para 100% dos pesquisados. Neste caso, as transações frequentes permitem aos agentes envolvidos manter boa reputação no mercado e minimiza o comportamento oportunista e a inadimplência dos compradores.

Os produtores de cenoura não possuem contrato com distribuidores do produto. As transações de compra e venda nas CEASAS são realizadas por 90% dos produtores através de contratos informais; outras transações, como vendas para

sacolões, supermercados e atravessadores, são realizadas através de contratos informais por 70% dos produtores. Os contratos informais são praticados devido a confiança, tempo de relacionamento e/ou conhecimento dos compradores; já os contratos formais existentes, segundo 10% dos produtores, são para obtenção de nota fiscal nas transações e, de acordo com 20% dos produtores, são para garantir a execução das transações, uma vez que o cenário econômico é de mercado livre. Nos contratos estabelecidos com os compradores, 90% dos produtores afirmaram ser relevante a identidade dos agentes, porém 70% disseram que a natureza, as dimensões e as regras do contrato não são plenamente definidas.

Portanto, de forma geral, tem-se que a estrutura de governança da cadeia produtiva de cenoura do município de Carandaí é a forma híbrida, sendo sua estrutura contratual caracterizada por arranjos menos formais.

Verificou-se a existência de especificidade locacional, de ativos físicos, de ativos humanos, de ativos dedicados, de marca e especificidade temporal, associadas à produção de cenoura. Sendo assim, percebe-se que os ativos empregados na cadeia produtiva analisada são de alta especificidade, sendo este atributo relacionado à estrutura de governança híbrida. Entretanto, os custos de não realizar as transações são maiores do que a especificidade dos ativos, já que 60% dos produtores afirmaram que, caso não consigam comercializar a cenoura aos compradores específicos, não é possível vendê-la para outro comprador sem que haja perda do seu valor. Assim, a especificidade dos ativos gera, tanto nos produtores quanto nos compradores, o desejo de efetivar as transações, criando a dependência bilateral entre os agentes, característica da estrutura de governança do tipo híbrida.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cadeia produtiva de cenoura no município de Carandaí encontra-se solidificada, com grande potencial de crescimento e competitividade no mercado. Destaca-se a importância desta cadeia de produção para a economia da cidade de Carandaí/MG, tendo em vista a geração de emprego e renda ligada à atividade produtiva.

A partir da análise dos custos de transação tem-se que, de forma geral, os agricultores estruturam a produção de cenoura de forma a atender as especificidades dos compradores, para isso, há investimentos específicos tanto para a produção, quanto para o transporte e venda do produto.

A cadeia produtiva analisada é caracterizada por ativos com alto nível de especificidade. As transações de venda ocorrem com alta frequência e as transações com fornecedores de insumos são de frequência ocasional. Portanto, identifica-se que a estrutura de governança adotada na cadeia de produção é a forma híbrida, sendo sua estrutura contratual caracterizada por arranjos menos formais. Assim, o objetivo de investigar os custos de transação e a estrutura de governança adotada na cadeia produtiva de cenoura da cidade de Carandaí/MG foi alcançado.

Atingiu-se também o objetivo deste estudo ao verificar que a estrutura de governança desta cadeia de produção considera os atributos das transações e os comportamentos dos agentes para redução dos custos. Porém, sugere-se a formação de associações na cidade de Carandaí/MG para organizar a cadeia produtiva de cenoura e desenvolver uma estrutura de governança com fornecedores que permita aos produtores reduzir os custos *ex ante* e obter insumos com preços menores. A organização da cadeia produtiva de cenoura também pode propiciar aos produtores estabelecer

contratos adequados com distribuidores do produto, que minimizem os custos *ex post* e proporcionem o transporte e distribuição da cenoura, inclusive para outros mercados, com dispêndios financeiros menores.

A partir deste estudo foi possível identificar a importância da economia dos custos de transação para o desenvolvimento de estrutura de governança que efetivamente proporcione a minimização dos custos de transação associados à cadeia de produção. Este objeto poderá integrar o escopo científico, para elevar o conhecimento, tanto no meio acadêmico como no mercado, da importância da economia dos custos de transação no gerenciamento dos diferentes tipos de organização.

Esta pesquisa apresenta limitações por se tratar de um estudo de caso, de forma que os resultados obtidos não podem ser generalizados. Sugere-se para futuras pesquisas a análise da cadeia de produção de cenoura ou de outros produtos agrícolas que sejam importantes para o desenvolvimento regional de outras localidades, a fim de verificar a influência do tipo de governança destas cadeias sobre a redução dos custos de transação.

VI. REFERÊNCIAS

ARRUDA, Alessandro Gustavo; BENEVIDES, Gustavo; FARINA, Milton Carlos; FARIA, Ana Cristina de. Teoria dos custos de transação (TCT): análises bibliométrica e sociométrica nos ENANPADS de 1997 a 2010. **Revista de Administração da UNIMEP**, v. 11, n.2, p. 174-199, maio/ago. 2013. Disponível em: <<http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/article/viewFile/466/538>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

AUGUSTO, Cleiciele Albuquerque; SOUZA, José Paulo; CARIO, Silvio Antonio Ferraz. Nova economia institucional: vertentes complementares. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 13, n.1, p. 93-108, jan./mar. 2014. Disponível em:

<<https://search.proquest.com/openview/c65414f4b59f896a7abdc30d89a60ac4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=616637>>.

Acesso em: 4 jul. 2017.

CEASAMINAS. **Procedência de produtos em kg. Município: Carandaí. Mercado:** todas unidades, 2016. Disponível em:

<http://minas2.ceasa.mg.gov.br/detec/cst_mun_consolidado/cst_mun_consolidado.php>. Acesso em: 14 jul. 2017.

CONAB. **Boletim hortigranjeiro**, v. 3, n. 3, mar. 2017. Disponível em:

<http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/Boletim_Hortigranjeiro_Marco_2017.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.

FERREIRA, Degson; MAMANNY, Fabricio Fernandes; SILVA, Ramiro Vieira; MAIA, Moacyr Boris Rodrigues; PASSOS, Rosalia Maria. **Estudo da cadeia produtiva cafeeira de Cacoal/RO à luz da economia dos custos de transação** – ECT. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 20 a 23 de jul. 2008. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/record/107933/files/753.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297p.

NEVES, Marcos Fava. **Sistema agroindustrial citrícola:** um exemplo de quase-integração no agribusiness brasileiro. 1995. 119f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://pensa.org.br/teses-e-dissertacoes/sistema-agroindustrial-citricola-um-exemplo-de-quase-integracao-no-agribusiness-brasileiro/>>. Acesso em: 7 set. 2017.

NUINTIN, Adriano Antonio; CURTI, Maria Aparecida; SANTOS, Antônio Carlos dos. Caracterização e análise das transações resultantes da contratação de mão de obra na atividade cafeeira sob a ótica da economia dos custos de transação. **Custos e agronegócio**, v. 8, n. 3, p. 70-90, jul/set. 2012. Disponível em:

<<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v8/mdo.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

ONOHAMA, Silvia S; SILVA, Giovani Olegario da; MOITA, Antônio W; VIEIRA, Jairo V; LOPES, Carlos Alberto; SOUZA, Geraldo da S e. Principais características da raiz de cenoura na perspectiva de agentes da cadeia produtiva. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n.3, p. 387-391, jul./set. 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362011000300022&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 18 nov. 2016.

VILELA, Nirlene Junqueira; BORGES, Igor Origenes. Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil. **Embrapa Hortaliças**, Brasília, circular técnica 59, 9p, jun. 2008. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ct_59_000gvl36ee402wx7ha0g934vgonney4c.pdf>. Acesso em: 06 maio. 2017.

VILPOUX, Olivier. Desempenho dos arranjos institucionais e minimização dos custos de transação: transações entre produtores e fecculárias de mandioca. **Revista Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 49, n. 2, p. 271-294, abr./jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000200001>. Acesso em: 4 jul. 2017.

WILLIAMSON, O. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. New York: The Free Press, 1985, 450 p.

_____. **The mechanisms of governance**. New York: Oxford University, 1996. 429 p.

ZYLBERSZTAJN, D. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness:** uma aplicação da nova economia das instituições. 1995. 239f. Tese (Tese de Livre Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://pensa.org.br/wp-content/uploads/2011/10/Estruturas_de_governanca_e_coordenacao_do_agribusiness_uma_aplicacao_da_nova_economia_das_instituicoes_1995.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2017.

VII. COPYRIGHT

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

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRODUTORES DE CENOURA

Nome da fazenda:

Endereço:

Data:

QUESTÕES RELATIVAS AO PRODUTO

1. Qual a produção anual de cenoura em sua propriedade?
2. Quantos quilos de semente são plantados por hectare?
3. Qual a área destinada à plantação de cenoura?
4. Qual a duração do ciclo produtivo da cenoura?
5. Qual a qualidade final do seu produto?

() Ruim () Regular () Boa () Ótima

QUESTÕES RELATIVAS À ESPECIFICIDADE LOCAL

Qual a distância da sua propriedade (onde se produzem as cenouras) até o local onde são comercializadas?

Existe pedágio no trajeto?

() sim () não

Se a resposta para a questão anterior for sim, especificar para onde há cobrança do pedágio.

Qual o estado das estradas que você utiliza para levar seu produto da sua propriedade até os centros de comercialização?

() Ruim () Regular () Bom () Ótimo

QUESTÕES RELATIVAS À ESPECIFICIDADE FÍSICA

É possível utilizar a estrutura física da propriedade para outra cultura sem perder o valor do seu uso?

() sim () não

Há grande quantidade de investimentos específicos tanto na produção de cenoura quanto na sua venda?

() sim () não

Como a cenoura é armazenada dentro da fazenda?

() em estufas

() em caminhões

() outros tipos. Especificar qual ou como.

QUESTÕES RELATIVAS AO RISCO

Dos riscos abaixo, quais estão envolvidos na produção da cenoura e o que você faz para contorná-los?

() O clima.

() As doenças e pragas.

() A mão de obra desqualificada.

Dos riscos abaixo, quais estão envolvidos na venda do seu produto e o que você faz para contorná-los?

() Percibilidade dos produtos.

() Inadimplência.

() Demanda instável.

() Transporte até os centros de comercialização.

QUESTÕES RELATIVAS ÀS TRANSAÇÕES

Quais são os tipos de transação (contratos) mais relevantes que você estabelece com fornecedores de insumos (fertilizantes, corretivos de solo, pesticidas, sementes) e bens de capital para a agricultura (máquinas em geral, tratores, equipamentos de irrigação)?

() via mercado (comprar no mercado)

() via contratos (forma mista, contratos com fornecimento sob determinadas condições). Como são feitos esses contratos?

As transações de compra e venda no CEASA:

() possuem contratos formais (escritos)

() são contratos informais

() não são realizadas para a comercialização de cenoura

As demais transações de venda que você realiza:

() são através de contratos formais

() são através de contratos informais

Por que se realizam esses tipos de contratos?

() confiança

() tempo de relacionamento

() outros motivos. Quais?

Nos contratos estabelecidos entre você e seus compradores :

a) a identidade dos agentes é relevante?

() sim () não

b) a natureza, as dimensões e as regras do contrato são plenamente definidas?

() sim () não

Quem são os compradores do seu produto (cenoura)? Citar nomes, se puder.

() atacadistas

() varejistas

() outros

Como se formam os preços dos insumos?

() via mercado

() estabelece-se uma negociação do produtor com o fornecedor de insumo

() via contratos. De que tipo é esse contrato?

Como se formam os preços do seu produto (cenoura)?

() via mercado

() estabelece-se uma negociação do produtor com o comprador

() via contratos. De que tipo é esse contrato?

QUESTÕES RELATIVAS AOS AMBIENTES

INSTITUCIONAIS

Existem legislações e normas do governo para regulamentar o mercado e a utilização de insumos?

() sim () não

Existem barreiras técnicas (ambientais) para a produção de cenoura? Quais?

Sua produção sofre algum tipo de tributação? Qual?

Como você obtém as sementes de cenoura?

QUESTÕES RELATIVAS À ASSOCIAÇÕES DE

INTERESSE PRIVADO

Você participa de alguma associação para lhe ajudar na cultura da cenoura?

() sim, para a compra de insumos.

() sim, para o processo produtivo da cenoura.

() sim, para a venda das frutas.

() não

Se a sua resposta foi sim, qual o nome dessa associação?

Se a resposta anterior foi não, você gostaria de agregar-se a alguma associação?

() sim () não

Como a cadeia produtiva de cenoura deveria ser estruturada para ser mais competitiva?

Que programas de marketing (relacionados ao produto, preço, ponto e promoção) deveriam ser utilizados para alavancar a cadeia produtiva de cenoura?

Submetido em: 30/01/2018

Aprovado em: 03/04/2018

FORMAÇÃO DE JOVENS APRENDIZES NO CONTEXTO DE MUDANÇAS SÓCIO-POLÍTICO-ECONÔMICAS DO BRASIL

APPRENTICES YOUTH TRAINING IN THE CONTEXT OF CHANGE SOCIO- POLITICAL AND ECONOMIC OF BRAZIL

JOVANIS DONIZETE RIBEIRO¹; IRIS BARBOSA GOULART²

1 - FACULDADE UNA DE BETIM; 2 - CENTRO UNIVERSITÁRIO UNA

jovanisdr@bol.com.br; irisbgoulart@gmail.com

Resumo - O objetivo do artigo é discutir sobre a relevância da inserção do jovem aprendiz no mercado de trabalho amparada pela legislação brasileira, considerando a situação social, econômica e política do Brasil contemporâneo. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, abordando a legislação e as condições para inserção de jovens no mercado de trabalho. Os resultados da pesquisa mostraram que a legislação brasileira admite que jovens de 14 a 24 anos trabalhem como aprendizes, conjugando atividades de ensino e práticas de trabalho. Há obrigatoriedade de contratação de jovens aprendizes para as empresas de médio e grande portes, em proporcionalidade ao seu quadro funcional. Conclui-se que a legislação contribui para o aumento da escolaridade e profissionalização dos jovens e as instituições de ensino profissionalizante têm relevante participação nesse processo.

Palavras-chave: Jovem Aprendiz. Legislação Trabalhista. Formação para o Trabalho.

Abstract - The objective of the article is to discuss the relevance of the insertion of the young apprentice in the labor market supported by the Brazilian legislation, considering the social, economic and political situation of contemporary Brazil. For this, a bibliographical research was conducted, addressing the legislation and the conditions for insertion of young people in the labor market. The results of the research showed that the Brazilian legislation allows young people between 14 and 24 years old to work as apprentices, combining teaching activities and work practices. There is a requirement to hire young apprentices for medium and large companies, in proportion to their workforce. It is concluded that the legislation contributes to the increase of the schooling and professionalization of young people and the institutions of vocational education have a relevant participation in this process.

Keywords: Young Apprentice. Labor Legislation. Training for Work.

I. INTRODUÇÃO

O significado do trabalho para a vida humana tem sido realçado por autores de diferentes áreas, como Psicologia, Sociologia e Administração, entre outras (CODO; SAMPAIO; HITOMI, 1993; GOULART; PAPA FILHO, 2013; LANE; CODO, 1984; MARX, 1996; VOLNOVICH, 2000). A ampla produção científica sobre o tema leva à consideração de que o trabalho desempenha na vida das pessoas papel relevante, constituindo uma referência para a construção da subjetividade de cada indivíduo. Como a maioria das atividades laborais ocorre nas organizações,

infer-se que esses locais e as relações sociais que ocorrem no ambiente de trabalho também são relevantes para que cada um defina sua identidade.

No trabalho, os seres humanos se conscientizam das condições históricas comuns aos membros do seu grupo, tornam-se capazes de avaliá-las e se tornam sujeitos. No interior das organizações, o indivíduo se percebe inserido no processo de produção material de sua vida e, graças a isso, entende as contradições geradas historicamente, tornando-se sujeitos da transformação histórico-social (LANE; CODO, 1984).

Por conseguinte, a inclusão de pessoas no mercado de trabalho tem sido um fenômeno amplamente estudado e o interesse pelo tema decorre da influência que esse processo pode exercer sobre o trabalhador, determinando sua satisfação, afetando sua saúde física e mental, definindo suas atitudes, seu comportamento profissional e social, com repercussões para a vida pessoal e familiar, bem como para as organizações.

Os jovens almejam seu primeiro emprego e, conseqüentemente, sua inserção no mercado de trabalho, uma vez que esse passo representa em suas vidas inclusão social e econômica, além de gerar outros benefícios, tais como, aprendizado, autoconfiança, amadurecimento, responsabilidade profissional e pessoal. O período de transição de uma área de conforto – o ambiente familiar – para uma área desconhecida – o mercado de trabalho – constitui momento de enfrentamento de desafio e pode gerar insegurança.

Diante do exposto, a questão que norteou a elaboração deste artigo é formulada da seguinte maneira: como se dá a inserção do jovem aprendiz no mercado de trabalho contemporâneo?

É importante que ao viver a experiência de inserção no mercado de trabalho, o jovem alcance resultados positivos. Além do preparo para as novas atividades e da dedicação necessária em fase tão importante de sua vida, é indispensável que ele esteja preparado para o desafio de enfrentar dificuldades advindas da configuração socioeconômica e política do país, aspecto que no Brasil tem constituído um grande desafio. Nesse sentido, o aprendizado educacional pode proporcionar ao jovem qualificação e capacitação, proporcionando-lhe, na modalidade de aprendiz, conhecimento e segurança, em função do convívio profissional dentro de uma empresa.

Este artigo discorre sobre a relevância da inserção do jovem aprendiz no mercado de trabalho amparada pela legislação brasileira, considerando a situação social, econômica e política do Brasil contemporâneo.

II. MÉTODOS

Para consecução do objetivo do artigo foi realizada uma pesquisa descritiva, baseada em revisão de literatura, sobre o trabalho do jovem aprendiz.

Para tanto, foi realizada pesquisa ampla em meio eletrônico, utilizando os seguintes termos e expressões: jovem aprendiz, legislação trabalhista, emprego, mercado de trabalho, instituições formadoras para o trabalho, inserção de jovens no mercado de trabalho.

A abordagem adotada foi qualitativa, que permitiu a organização das informações nos seguintes tópicos: legislação brasileira sobre o trabalho de jovens, jovens aprendizes e sua experiência de inserção no mercado de trabalho, instituições que se ocupam da formação de jovens aprendizes no Brasil e contexto socioeconômico e político do Brasil e a inserção de jovens no mercado de trabalho.

III. RESULTADOS

3.1 - A legislação brasileira sobre o trabalho de jovens

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016a, 2016b), no Brasil, cuja população é estimada em mais de 206 milhões de pessoas, existem, atualmente, cerca de 34 milhões de indivíduos na faixa etária de 15 a 24 anos, período considerado de transição das pessoas de consumidores a produtores. Um dos principais desafios vividos pela sociedade brasileira refere-se à inclusão no mercado de trabalho de jovens nessa faixa etária. Além das exigências referentes à qualificação para o trabalho e a necessária segurança para vivenciar as novas atividades, os jovens brasileiros são mais sujeitos ao desemprego e às condições precárias de trabalho do que a população adulta. Isso, em geral, se associa à baixa escolaridade, à falta de qualificação e experiência, aspectos que são comuns nesse público (SILVA *et al.*, 2016).

Compete ao governo definir políticas públicas e condições que estimulem a entrada desses jovens no mercado de trabalho, favorecendo também sua profissionalização. Por esse motivo, a Lei nº 10.097/2000 trouxe alterações na legislação trabalhista, com consequente regulamentação, para o trabalho de jovens a partir dos 14 anos de idade. Essa Lei altera dispositivos da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e admite que jovens, a partir de 14 anos de idade, possam entrar no mercado de trabalho na condição de aprendizes. Entre as determinações da referida Lei destaca-se que a contratação de trabalhadores na modalidade aprendiz é efetivada por meio de contrato de trabalho regido pela legislação trabalhista vigente, cujo objetivo é oferecer a esse trabalhador "[...] formação técnico-profissional metódica, compatível com o seu desenvolvimento físico, moral e psicológico, e [ao] aprendiz [competir] executar, com zelo e diligência, as tarefas necessárias a essa formação" (BRASIL, 2000).

Essa legislação determina, ainda, que seja oferecida formação teórico-profissional ao aprendiz, por meio de "[...] inscrição em programa de aprendizagem desenvolvido sob a orientação de entidade qualificada em formação técnico-profissional metódica", sendo esta preferencialmente

representada pelos Serviços Nacionais de Aprendizagem (BRASIL, 2000).

Outra importante exigência dessa legislação é que o aprendiz esteja devidamente matriculado e seja frequente ao ensino formal, visando, no mínimo, a conclusão do Ensino Fundamental. Para as empresas de médio e grande portes, há obrigatoriedade de contratação de aprendizes na proporção mínima de 5% e máxima de 15% do seu quadro funcional (BRASIL, 2000, 2005).

Apesar de não haver obrigatoriedade, é facultado às micro e pequenas empresas efetivarem tal contratação. Nesse sentido, reconhecendo a importância que as micro e pequenas empresas têm na economia nacional, representando cerca de 97% das empresas em atividade, o Ministério do Trabalho manifesta a expectativa de que essas empresas também contratem jovens aprendizes (PRONATEC, [2016?]).

Em 2005, o Decreto nº 5.598 regulamentou a contratação de aprendizes no Brasil, definindo o aprendiz como aquele indivíduo "[...] maior de quatorze anos e menor de vinte e quatro anos que celebra contrato de aprendizagem" (BRASIL, 2005). Esse Decreto dispõe, também, que o contrato de trabalho do aprendiz terá duração máxima de dois anos, sendo garantido a esse jovem acesso e frequência obrigatória ao ensino formal, horário especial para o cumprimento da atividade laboral, com duração máxima de seis horas - para aqueles que cursam o Ensino Fundamental, e adequação da capacitação recebida às exigências do mercado de trabalho (BRASIL, 2005). O aspecto referente à limitação da jornada de trabalho é especialmente interessante para os jovens e constitui também uma preocupação do Ministério do Trabalho e Emprego, que reconhece que a inserção desses indivíduos no mercado de trabalho se dá de forma precária, muitas vezes com jornadas extenuantes ou horários incompatíveis com os das escolas, o que contribui para desestimular a continuidade dos estudos (BRASIL, 2013).

Portanto, infere-se que, desde as últimas décadas do século XX, existe uma preocupação do Ministério do Trabalho e Emprego com a inserção do jovem aprendiz no mercado de trabalho. Deve-se realçar, ainda, que aspectos que se referem à continuidade dos estudos e à qualificação do trabalhador têm sido objeto de textos legais promulgados nos últimos anos, bem como de medidas referentes à redução da jornada de trabalho e à atenção a jovens nessa condição.

3.2 - Os jovens aprendizes e sua experiência de inserção no mercado de trabalho

A despeito das iniciativas governamentais visarem à manutenção dos jovens nas escolas, garantindo-lhes, pelo menos, formação básica e qualificação profissional, por meio da inserção compulsória em empresas de médio e grande portes e a frequência a cursos profissionalizantes nas instituições formadoras, alguns aspectos desafiadores têm sido identificados em estudos sobre o tema.

Araújo (2008) destaca que os jovens de 14 a 18 anos ainda não apresentam maturidade suficiente para se ajustar ao mercado de trabalho e, não raro, se sentem cansados e desmotivados com a dupla jornada, de trabalho e estudo. Além disso, muitos precisam da remuneração para se manter ou mesmo contribuir no sustento do grupo familiar, se sentindo pressionados a ingressar em algum curso somente para ter acesso a essa renda. Há ainda a decepção de muitos

dessem jovens com o fato de, ao término do estágio, não serem efetivados nas empresas. Isso, com frequência, se deve ao fato de terem menos de 18 anos completos e as empresas considerarem essa condição conflitante com a legislação específica representada pelo Estatuto da Criança e do Adolescente.

Em outro estudo, Mariani (2010) constatou que alguns jovens, após sua inserção no Programa Jovem Aprendiz, demonstraram estar sobrecarregados com as atividades do ensino formal, da instituição formadora e da empresa, com efeitos na sua saúde e também no desempenho escolar. Entretanto, esses jovens assinalaram o reconhecimento da importância de se inserirem no mercado de trabalho e de contar com a participação de uma instituição formadora do Sistema S, o que foi considerado como aspecto de valorização do currículo e aumento da oportunidade de conseguir uma colocação profissional ao término do período de contratação pela empresa. Outro aspecto evidenciado no estudo foi a adultização precoce desses jovens, uma vez que não havia espaço para a externalização de comportamentos e ações próprios dessa faixa etária, sendo toda a orientação do curso para comportamentos considerados corretos e adequados ao âmbito das empresas.

Já em relação às empresas e aos trabalhadores incumbidos de acompanhar os jovens aprendizes, Bastos (2011) salienta que parte significativa desses trabalhadores não recebe treinamento específico para atender à legislação em relação ao aprendiz, sendo sua indicação, em geral, baseada na função e setor em que o jovem aprendiz será alocado. Segundo o autor, o trabalho do aprendiz é reconhecido pela sua contribuição e qualidade, como ainda, em muitos casos, valorizado ao ponto de suprir a ausência de trabalhadores contratados. A formação oferecida pelas instituições formadoras parece contribuir para a melhor aceitação dos aprendizes, uma vez que eles já chegam com conhecimentos iniciais acerca do comportamento esperado nas relações de trabalho e no âmbito das empresas.

Matsuzaki (2011), por sua vez, identificou em pesquisa com jovens aprendizes que o conteúdo dos cursos oferecidos pelas instituições formadoras contribui para melhoria do desempenho dos jovens no ensino regular. Essa constatação conflita com a de Mariani (2010), que afirmou que o aumento das atribuições do jovem aprendiz se reflete negativamente na vida acadêmica formal. Essas informações não são suficientes para se discutir os motivos dessas discrepâncias, porém, parecem indicar que há diferenças importantes entre os alunos e seu modo de aprendizagem e entre os currículos das instituições escolares e formadoras, os quais, nem sempre, estão alinhados ou são complementares.

Também no estudo de Matsuzaki (2011), os principais motivos para os jovens se tornarem aprendizes envolveram a possibilidade de renda, para se manter e/ou para contribuir no orçamento familiar. Os jovens aprendizes pesquisados também se manifestaram acerca do cansaço pelo acúmulo de atividades. À época de realização da pesquisa, o autor identificou que várias empresas não tinham conhecimento suficiente acerca da legislação específica, como ainda, somente se ajustaram a essa obrigatoriedade após um trabalho de conscientização promovido pelo Ministério do Trabalho, que as convocou a apresentarem dados da empresa e do quadro funcional.

Máximo (2012), em pesquisa com egressos do programa jovens aprendizes, identificou que os jovens

ampliam seus horizontes a partir da inserção no mercado de trabalho. A maior parte dos pesquisados mostrou interesse em continuar os estudos em nível superior, apesar de valorizarem a oportunidade de atuar como aprendiz. De modo semelhante aos estudos de Araújo (2008) e Matsuzaki (2011), Máximo (2012) observou que a renda, para sustento próprio ou participação no orçamento familiar, foi aspecto relevante na decisão dos jovens em participarem do programa jovem aprendiz, além do fato de que muitos dos pesquisados tinham a expectativa de serem efetivados pelas empresas. Os pesquisados também se referiram à sobrecarga pelo acúmulo de atividades relacionadas ao estudo formal, ao programa de aprendizagem nas instituições formadoras e o trabalho na empresa, de forma semelhante ao constatado por Mariani (2010). A frustração pela não efetivação na empresa ao término do contrato de aprendizagem também foi mencionada.

Pfaffenseller (2014), em pesquisa realizada com aprendizes, identificou que estes têm como principais motivações para inserção no programa e nas empresas, a remuneração, para sustento próprio e/ou auxílio no orçamento familiar. Os pesquisados reconheceram como aspecto dificultador da sua inserção no mercado de trabalho a pouca maturidade e posturas e comportamentos pouco adequados, como também, a pouca experiência adquirida com os cursos de aprendizagem, entre outros aspectos.

3.3 - Instituições que se ocupam da formação de jovens aprendizes no Brasil

Inserir jovens aprendizes no mercado de trabalho é um desafio para qualquer governo, pois exige definições sobre como planejar, no conjunto das políticas socioeconômicas, ações que incluam indivíduos carentes que, ano a ano, se incorporam à sociedade, todos necessitados de capacitação para o trabalho.

Para tanto, a legislação vigente determina que durante o período de contrato, o jovem aprendiz deverá estar matriculado em uma instituição de ensino formadora, para sua capacitação teórica. Já a capacitação prática ficará por conta da empresa contratante. No conjunto, as duas instituições proporcionarão ao jovem a formação teórico-prática necessária para sua inserção no mercado de trabalho (BRASIL, 2000, 2005).

A formação de jovens aprendizes em cursos profissionalizantes possibilita uma ligação efetiva entre o meio acadêmico (aprendizado teórico) e o mercado de trabalho (aprendizado prático). Para o preenchimento dessas vagas, as empresas contratantes podem efetuar convênios com escolas especializadas.

Para os jovens, a atuação como aprendiz contribui para o aumento da inclusão social, por meio do primeiro emprego, que também favorece o desenvolvimento de competências e habilidades pessoais e profissionais demandadas pelo mercado de trabalho (SITE APRENDIZ LEGAL, [2014?]).

Para as empresas, a contratação de jovens aprendizes gera a oportunidade de formar profissionais com o perfil desejado pelo mercado de trabalho, além de permitir a identificação de talentos para composição do seu quadro funcional (SITE APRENDIZ LEGAL, [2014?]).

É necessário, pois, identificar as principais instituições que ofertam o Programa de Aprendizagem Profissional. Entre elas, merecem destaque os Serviços Nacionais de Aprendizagem, conhecidos como Sistema 'S', quais sejam:

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SENAT) e Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (SESCOOP) (BRASIL, 2005).

Além das instituições do Sistema 'S', a oferta de formação profissionalizante contempla "[...] as escolas técnicas de educação, inclusive as agrotécnicas; e [...] as entidades sem fins lucrativos, que tenham por objetivos a assistência ao adolescente e à educação profissional, registradas no Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente" (BRASIL, 2005).

Para ilustrar as condições em que são oferecidos os cursos para jovens aprendizes são apresentadas as principais características de algumas dessas instituições, quais sejam: SENAC, CDL/BH e SENAI.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), fundado em 1946, por meio do Decreto-Lei nº 8.621, é uma instituição que atua na educação profissional disponibilizada para toda a sociedade. Trata-se de uma organização privada com interesse público, que é mantida por meio da contribuição compulsória paga pelas empresas do comércio e serviços. Em nível nacional, o SENAC é administrado pela Confederação Nacional do Comércio e na esfera regional pela Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (FECOMÉRCIO) (SENAC, 2016).

O SENAC tem atuação e presença em todos os estados brasileiros e também no Distrito Federal. Ao longo de décadas em atividade, até 2015 a instituição qualificou, aproximadamente, 900 mil aprendizes para o setor de comércio e serviços, realizando mais de 2,6 milhões de atendimentos a trabalhadores de 2.230 municípios brasileiros (SENAC, 2016).

O SENAC oferece cursos de capacitação em diferentes áreas, citando-se, como exemplo: Administração Financeira para Pequena e Média Empresa, Assistente Administrativo, Assistente de Pessoal, Compras e Administração de Materiais, Contabilidade para Não Contadores, Gestão Financeira, Habilidades Gerenciais, Liderança para Resultados, Práticas Contábeis, Qualidade no Atendimento ao Cliente e Técnicas de Negociação (SENAC, 2017).

A Câmara de Dirigentes Lojistas de Belo Horizonte (CDL/BH) é uma entidade de classe sem fins lucrativos, sem qualquer filiação política, partidária ou religiosa, que atua, desde a década de 1960, junto ao comércio varejista e aos setores de serviços de Belo Horizonte. A entidade congrega, atualmente, mais de 12 mil associados de diferentes segmentos da economia, destacando-se entre eles: serviços, varejo, instituições financeiras, hipermercados e supermercados, serviços de telecomunicações, eletrodomésticos, construção e instituições de ensino (CDL/BH, 2016).

A CDL/BH oferece aos iniciantes um curso de Iniciação Profissional de 40 horas e de Formação de Empreendedores, gratuitamente, além de cursos de capacitação em: Estratégias de comissionamento de vendedores; Como utilizar as mídias sociais para alavancar negócios; Técnicas inovadoras para atendimento ao cliente; Métodos para formação do preço de vendas; Técnicas para redução de desperdício de alimentos e Técnicas de diálogos para cobrança, entre outros (CDL/BH, 2017).

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) foi criado em 1942, por meio do Decreto-Lei nº

4.048, sob a direção da Confederação Nacional da Indústria (CNI), tendo como objetivo formar mão-de-obra para a indústria nacional (BRASIL, 1942).

O SENAI é uma organização privada, sem fins lucrativos, vinculada ao sistema sindical e sua manutenção decorre da contribuição compulsória paga pelas empresas do setor industrial. Sua organização e administração são realizadas pela CNI, em nível nacional, e pelas Federações das Indústrias, em nível regional (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2016).

Atualmente, o SENAI atua na qualificação profissional, oferecendo cursos técnicos de nível médio e superior, presta serviços técnicos e tecnológicos e também consultoria a diversos setores da indústria brasileira. Desde a sua criação até 2014, o SENAI já contribuiu para a formação de 64,7 milhões de trabalhadores (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2016).

O SENAI oferece os seguintes cursos de aprendizagem industrial: Assistente em Topografia, Confeção e Moda, Confeitaria, Controle de Qualidade Industrial, Desenho Mecânico, Eletricidade de Automóveis, Eletroeletrônica, Impressão Digital, Impressão Offset, Instalação Elétrica Industrial, Instalação Elétrica Predial, Manutenção e Restauração em Edificações, Manutenção Mecânica de Automóveis, Manutenção Mecânica de Motocicletas, Manutenção Mecânica em Refrigeração e Condicionador de Ar, Panificação, Processos Administrativos, Redes de Telecomunicações e Usinagem e Mecânica (SENAI, 2017).

3.4 - Contexto socioeconômico e político do Brasil e a inserção de jovens no mercado de trabalho

A crise econômica que atingiu o mundo nos últimos dez anos tem sido agravada no Brasil pela crise política e tais fenômenos têm impacto direto sobre os agentes produtivos. Assim, os resultados negativos de tais crises atuam sobre o desempenho econômico, causando desequilíbrio entre produção e consumo. Entre as consequências desse desequilíbrio, podem-se destacar os processos de fechamento e falência de diferentes empresas, o aumento do desemprego, a elevação significativa da inflação, o endividamento de pessoas e empresas, impactando de forma direta toda a sociedade.

A atual situação político-econômica que o Brasil atravessa tem sido motivo de intensa preocupação para todas as camadas da sociedade, principalmente para a parcela da população que depende do emprego para garantir o seu sustento e o de sua família. Tanto os trabalhadores quanto os empresários se mostram apreensivos com os rumos que a economia brasileira tem tomado nos últimos anos. Isto tem determinado o fechamento de muitas empresas, a redução de empresas maiores, devido à difícil absorção de seus produtos e a falta de investimentos para a abertura de novos negócios.

Como resultado direto dessa crise, além do desemprego, pode ser citado o adiamento de investimentos de empreendedores já consolidados, bem como de novos empreendedores, que aguardam momentos mais oportunos para investir.

De acordo com o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho e Emprego, de janeiro a julho de 2016, foram fechados no Brasil 623.520 postos de trabalho formais, porém, ao se considerar os últimos 12 meses esse número indica a perda de 1.706.459 postos de trabalho (BRASIL, 2016).

A juventude, enquanto etapa de desenvolvimento na qual são definidas diversas escolhas, por si só traz muitos desafios, entre os quais se ressalta a escolha profissional e a inserção no trabalho. Acresce a esse aspecto pessoal a dificuldade que o mercado de trabalho vem enfrentando no momento em que este artigo é escrito, quando as dificuldades econômicas reduziram as oportunidades de emprego no País.

A população com idade acima de 14 anos representa cerca de 81% da população total, sendo 8,4% de pessoas na faixa etária de 14 a 17 anos e outros 13,4% na faixa etária de 18 a 24 anos de idade. Com a ampliação do desemprego, que chega a atingir 11,3% da população em idade de trabalhar, os jovens na faixa etária de 14 a 24 anos veem reduzida sua oportunidade de iniciar sua vida profissional. Entre o total de desempregados, 9,5% (aproximadamente 1.102.000 pessoas) são jovens de 14 a 17 anos e outros 32,5% (aproximadamente 3.770.000 pessoas) de 18 a 24 anos de idade (IBGE, 2016a). Esses jovens carecem, geralmente, de qualificação para os postos de trabalho e, devido à idade, geralmente não têm, também, a experiência necessária.

No Brasil, a redução dos postos de trabalho tem sido crescente desde o segundo trimestre de 2013, agravando-se a partir de 2014. Diferentes setores da economia têm demonstrado deterioração, como, por exemplo, a falta de investimentos em infraestrutura, sinalizada pela queda de postos de trabalho na construção civil, e a redução da oferta de bens e formação de capital fixo, mostrada pela diminuição dos postos de trabalho na indústria de transformação (CHAHAD, 2016).

O cenário de redução de postos de trabalho de melhor qualidade, ou seja, de empregos formais, tem sido atribuído a equívocos na condução da política econômica desde 2006. Essa conduta tem precarizado a relação de trabalho, aumentando a rotatividade da mão de obra e a informalidade, provocando, entre outros problemas, a redução da renda real das famílias. Por outro lado, as incertezas e o pessimismo, com a situação política e a governabilidade do País aguçam a gravidade da situação e as expectativas entre os agentes econômicos seguem pouco favoráveis (CHAHAD, 2016).

Nesse contexto, a proteção oferecida pela legislação aos jovens aprendizes ganha importância, uma vez que lhes garante uma formação teórica e prática consistente com as exigências do mercado de trabalho. Para esses jovens, esse é o primeiro passo para sua entrada no mercado de trabalho, além de constituir um reforço na sua formação acadêmica e oferecer um rendimento mensal. Para as empresas, há a oportunidade de formar mão de obra de acordo com suas necessidades específicas e manter um quadro funcional adequado. Por outro lado, os jovens aprendizes ampliam seus conhecimentos acerca das diferentes oportunidades profissionais e são estimulados a continuar seus estudos e se preparar cada vez mais para manterem sua empregabilidade.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual cenário brasileiro, marcado por crise econômica e política, tem sido responsável pelo fechamento de diversas empresas, pelo processo falimentar de outras e, sobretudo, pela retirada de investimentos nacionais e estrangeiros em novos negócios e na manutenção de negócios que funcionaram até recentemente. Essa situação se reflete no mercado de trabalho e, embora tenha um efeito

negativo sobre todos os trabalhadores, afeta mais duramente os jovens. Ocorre que, além do currículo limitado e da falta de experiência, a maioria desses jovens tem pouca escolaridade e não se mostra qualificada para o trabalho. Esse quadro justifica a importância ora atribuída ao programa de qualificação para jovens aprendizes.

A principal limitação encontrada no desenvolvimento da temática se refere à situação de crise na economia brasileira, que não permitiu retratar adequadamente a situação desses indivíduos no mercado, uma vez que muitas empresas se encontram em fase de redução do seu quadro funcional e outras de encerramento de atividades, o que gera um cenário negativo para toda a economia.

Contudo, pode-se observar como contribuição do estudo que a inserção no mercado de trabalho, além de ter um significado relevante para a recuperação da autoestima e de constituir impulso para a estruturação do projeto de vida do jovem, torna-se imprescindível para a retomada do crescimento do País. A formação que qualificará a força de trabalho nacional impõe-se como uma necessidade inquestionável e medidas assumidas recentemente apontam a adoção de ações necessárias para o crescimento da economia.

Infere-se que a inserção de jovens no mercado de trabalho se presta à construção da subjetividade do trabalhador, constitui um recurso para mitigar suas próprias dificuldades e aquelas enfrentadas por seus grupos familiares nesse difícil momento vivido pelo Brasil e, ainda, tem reflexos sobre a retomada do desenvolvimento do País, levando à superação das dificuldades enfrentadas pela economia brasileira.

A criação de uma legislação específica, que confere proteção aos jovens, contribui para que estes atinjam maior escolaridade e se profissionalizem em consonância com a demanda do mercado de trabalho. Deve-se lembrar que esses jovens formarão parte do contingente de trabalhadores responsável pela renovação da força de trabalho e também contribuirá para dar novo impulso à economia nacional, constituindo os bancos de talentos das empresas, que deverão retomar suas atividades produtivas em níveis considerados adequados.

Nesse cenário, as instituições de ensino profissionalizantes têm uma relevante participação nesse processo, pois, sua atuação permite a capacitação e qualificação profissional dos trabalhadores, que estarão mais aptos a concorrerem às vagas oferecidas pelas empresas. Por se tratar de ensino profissionalizante, este requer uma atenção especial, pois se trata de ensinar profissões.

V. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. D. O. **O Programa Aprendizagem:** um estudo da formação do jovem aprendiz no SENAC/PE. 2008. 168f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFPE, Recife, 2008.

BASTOS, P. **Lei nacional de aprendizagem:** uma abordagem crítica dos projetos de formação de aprendizes. 2011. 193f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Evolução de emprego do CAGED.** 2016. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/eec/pages/consultas/evolucaoEmprego/consultaEvolucaoEmprego.xhtml#relatorioSubSet>>. Acesso em: 6 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual da aprendizagem**: o que é preciso saber para contratar o aprendiz. Ed. rev. Brasília: MTE, 2013.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 5.598, de 1º de dezembro de 2005**. Regulamenta a contratação de aprendizes e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5598.htm>. Acesso em: 6 set. 2016.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto-Lei nº 4.048, de 22 de janeiro de 1942**. Cria o Serviço Nacional de Aprendizagem dos Industriários (SENAI). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/De14048.htm>. Acesso em: 6 set. 2016.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 10.097, de 19 de dezembro de 2000**. Altera dispositivos da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10097.htm>. Acesso em: 6 set. 2016.

CÂMARA DE DIRIGENTES LOJISTAS DE BELO HORIZONTE. **Cursos**. 2017. Disponível em: <http://www.cdlbh.com.br/portal/5680/Agenda_de_Cursos/4_Programacao_de_Dezembro_16>. Acesso em: 8 set. 2016.

CÂMARA DE DIRIGENTES LOJISTAS DE BELO HORIZONTE. **Sua história**. [2016?]. Disponível em: <http://www.cdlbh.com.br/portal/335/Quem_Somos/Sua_Historia>. Acesso em: 8 set. 2016.

CHAHAD, J. P. Z. O mercado de trabalho em 2016: o que já está ruim ainda vai piorar. **Informações Fipe**, 14-26, fev. 2016. Disponível em: <<http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/publicacoes/s/bif/bif425-14-26.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2016.

CODO, W.; SAMPAIO, J.; HITOMI, A. **Indivíduo, trabalho e sofrimento**: uma abordagem interdisciplinar. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

GOULART, I. B.; PAPA FILHO, S. O sentido do trabalho humano. In: GOULART, I. B.; SAMPAIO, J. R. (Orgs.) **Psicologia do trabalho e gestão de pessoas**: estudos contemporâneos. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2013. pp. 71-82.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) Contínua**. 2016a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 9 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População do Brasil**. 2016b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 9 set. 2016.

LANE, S. T. M.; CODO, W. **Psicologia social**: o homem em movimento. São Paulo: Brasiliense, 1984.

MARIANI, G. C. A. **“Jovens de Projetos”**: um estudo de caso sobre os jovens do Programa Jovem Aprendiz no município de Vitória/ES. 2010. 201f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

MARX, K. **O capital**: crítica da economia política. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1996.

MATSUZAKI, H. H. **O desafio da lei do jovem aprendiz**: um estudo da aplicação da Lei 10.097/00 como política pública na inclusão de jovens no mercado de trabalho. 2011. 145f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MÁXIMO, T. A. C. O. **Significado da formação e inserção profissional para gerentes e aprendizes egressos do programa jovem aprendiz**. 2012. 359f. Tese (Doutorado em Psicologia Social) - UFPB/UFRN, João Pessoa, 2012.

PFAFFENSELLER, C. **A formação de jovens para o mundo do trabalho a partir da Lei da Aprendizagem**. 2014. 208f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFRS, Porto Alegre, 2014.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Senai**. 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/>>. Acesso em: 6 set. 2016.

PRONATEC. **Saiba como funciona a parceria Pronatec e Jovem Aprendiz**. [2016?]. Disponível em: <<http://www.pronatec2016.org/saiba-como-funciona-a-parceria-pronatec-e-jovem-aprendiz/>>. Acesso em: 8 set. 2016.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL. **Cursos**. 2017. Disponível em: <<https://www.mg.senac.br/internet/institucional/belohorizonte/CursosDaUnidade.htm>>. Acesso em: 5 set. 2017.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL. **Regimento do Senac**. 2007. Disponível em: <<http://www.senac.br/media/95142/regimento.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM COMERCIAL. **Relatório geral**. 2015. Rio de Janeiro: Senac, 2016.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Cursos de Aprendizagem**. 2017. Recuperado a partir de <<http://www.senaimg.com.br/aprendizagem/>>. Acesso em: 5 set. 2017.

SILVA, E. R. A. *et al.* **A informalidade do trabalho da juventude no Brasil**: o que pensam os integrantes do Subcomitê da Agenda Nacional de Trabalho Decente para a Juventude. Brasília: IPEA, 2016.

SITE APRENDIZ LEGAL. **O programa**. [2014?]. Disponível em: <<http://site.aprendizlegal.org.br>>. Acesso em: 8 set. 2016.

VOLNOVICH, J. R. Subjetividade e organizações: o discurso neoliberal. In: DAVEL, E.; VASCONCELOS, J. (Orgs.). **Recursos humanos e subjetividade**. Rio de Janeiro: Vozes, 2000. p. 61-67.

*Submetido em: 03/04/2018
Aprovado em: 18/04/2018*

Área: Ciências Agrárias e Biológicas

2-9	DIFUSIVIDADE TÉRMICA DO CACAU EM FUNÇÃO DA GEOMETRIA DO MODELO THERMAL DIFFUSIVITY OF THE COCOA IN THE FUNCTION MODEL GEOMETRY Jorge Henrique Sale; Geovana Pires Lima
4-1	DISTRIBUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE RADIOTERAPIA NAS MESORREGIÕES CATARINENSES DISTRIBUTION OF RADIOTHERAPY EQUIPMENT IN CATARINIAN MESOREGIONS Evelyn Vieira; Francine Póvoas; Isabel Dos Santos; Túlio Rosa; Patrícia Fernanda Dorow; Caroline De Medeiros; Franciele Cardoso De Vargas; Gabrielly Kahl; Charlene Da Silva; Marco Bertoncini; Carolina Neis
4-4	QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS OBESOS QUE REALIZARAM A CIRURGIA BARIÁTRICA QUALITY OF LIFE OF OLDER OBESIANS WHO CARRIED OUT BARIATRIC SURGERY Adriana Baldo Mendes; Flávia Cristina De Souza; Juliana Lopes Reinecken; Wanderlister Duque Tavares; Lucia Elaine Ranieri Cortez; Rose Mari Bennemann
5-1	RECUPERAÇÃO DE SOLO SÓDICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE GESSO E LÂMINA DE LIXIVIAÇÃO RECOVERY OF SODIUM SOIL SUBMITTED TO THE APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF PLASTER AND LEAF OF LIVING Ruy De Carvalho Rocha; William Ralf Santos Costa; Pedro Henrique Máximo De Souza Carvalho; Roberto Castro Nascimento; João Vitor Máximo De Souza Carvalho

DIFUSIVIDADE TÉRMICA DO CACAU EM FUNÇÃO DA GEOMETRIA DO MODELO

THERMAL DIFFUSIVITY OF THE COCOA IN THE FUNCTION MODEL GEOMETRY

JORGE HENRIQUE SALE¹; GEOVANA PIRES LIMA²

1; 2 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ – ILHÉUS/BA

jhosales@uesc.br; gplima@uesc.br

Resumo – O presente estudo mostra três modelos teóricos para a difusividade na amêndoa do cacau. Usando o resultado experimental para a difusividade térmica do cacau na equação de Fourier em coordenadas retangulares, cilíndricas e esféricas, é obtido a relação entre a temperatura com a difusividade. O método usado é analítico via separação de variáveis aplicada na equação de Fourier. O resultado mostra que a escolha geométrica para descrever a difusividade na amêndoa do cacau é importante quando comparada aos resultados experimentais, sendo o modelo esférico o que possui melhor descrição dos mesmos.

Palavras-chave: Difusividade. Equação de Fourier. Cacau.

Abstract - The study presents three theoretical models for diffusivity in the cocoa bean. Using the experimental result for the thermal diffusivity of the cocoa in the Fourier equation in rectangular, cylindrical and spherical coordinates, the relation between temperature and diffusivity is obtained. The method used is analytical via the variables separation applied in the Fourier equation. The result shows that the geometric choice to describe the diffusivity in the cocoa nut is important when compared to the experimental results, with the spherical model having the best result.

Keywords: Diffusivity. Fourier Equation. Cocoa

I. INTRODUÇÃO

O cacau tem sido comercializado sem praticamente nenhum valor agregado, as amêndoas são oferecidas com baixa qualidade, a secagem não é uniforme e há pouco avanço tecnológico neste setor, implicando em baixo lucro para o produtor, que mantém práticas operacionais ultrapassadas. Por outro lado, devido à introdução de novas tecnologias de beneficiamento na região do Espírito Santo a produção do cacau passou de 23 arrobas/ha em 2002, para 80 arrobas/ha em 2010, revelando a importância do desenvolvimento tecnológico para o beneficiamento do cacau (AMIGO *et al.*, 2017).

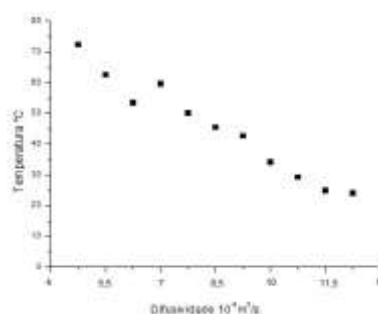
O conhecimento das propriedades térmicas de produtos é de grande importância para a engenharia, pois possibilita prever a taxa de secagem e prever a distribuição de temperatura no interior de produtos agrícolas de composição e formas variadas, bem como sua esterilização e resfriamento (SANTOS; SALES, 2014). Outra importância térmica está na análise de processos de secagem, aeração e resfriamento dos grãos (LIMA; SALES, 2015).

O problema da difusão em regime transiente é muito importante, principalmente em operações de secagem, onde é necessário ter conhecimento da distribuição do teor de umidade e temperatura do produto em função da posição no seu interior e do tempo, e também da relação entre o teor de umidade médio, temperatura e a duração da secagem (CARBONERA *et al.*, 2003). Soluções analíticas ou numéricas da equação de difusividade para vários casos, com coeficiente de difusão constante, ou variável, com condições de contorno constantes, ou do tipo convectivo, para várias geometrias podem ser encontradas na literatura (FORTES; OKOS, 1981).

O trabalho de Sasseron (1984) determinou a difusividade da amêndoa do cacau. As grandezas físicas obtidas experimentalmente foram a condutividade térmica, o calor específico, a massa específica e, de forma indireta, a difusividade térmica da amêndoa de cacau, para teores de umidade no intervalo de 0,05, b.s. a 1,20 b.s. Na Figura 1 é mostrado que a temperatura diminui com aumento da difusividade. Sendo a difusividade diretamente proporcional à umidade, então aumentando a umidade, mais rapidamente a amêndoa resfria (SASSERON, 1984).

O método usado por Sasseron, para obter a difusividade térmica na amêndoa do cacau, consistiu em inserir uma sonda no eixo maior longitudinal da amêndoa, com o cuidado de que houvesse bom contato entre a agulha e o material constituinte da amêndoa, a mesma apresentava cerca de 5 °C em sua superfície. A sonda foi aquecida até a temperatura interna de 70 °C. As variações de temperatura, de acordo com o tempo, foram registradas num potenciômetro em até 15 segundos. O aparelho tinha um limite mínimo de 1,5 segundos, ou seja, não era confiável para medida a baixo desse limite para registro.

Figura 1 – Observação da temperatura e difusividade do cacau



Fonte: Sasseron, 1984.

Assim, a proposta deste artigo é mostrar que a escolha da geometria na modelagem matemática, também, influência na difusividade para amêndoa do cacau.

II. PROCEDIMENTOS

O método é analítico para solucionar a equação da difusão, ou de Fourier (BASSALO; CATTANI, 2011), para a temperatura em coordenadas cartesianas, cilíndrica e esféricas na amêndoa do cacau.

Em muitos problemas físicos, as condições de contorno são tais que os valores de uma função (ou de sua derivada) são especificados em curvas ou superfícies (esferas, cilindros, etc). A escolha de um sistema particular de coordenadas deve ser motivada pela forma geométrica do corpo em estudo e resulta numa melhor adequação e validade dos resultados obtidos. No caso da amêndoa do cacau foram investigadas para sua geometria em coordenadas retangulares (cartesianas), cilíndricas e esféricas.

Tendo em vista a complexidade da solução do problema proposto, e visando simplificar o método, algumas considerações foram adotadas: a) O sólido é homogêneo e com propriedades físicas constantes; b) O campo do teor da umidade é assimétrico em torno do eixo z ao longo do processo; c) A secagem ocorre em condições de equilíbrio na superfície, com teor de umidade constante, igual ao teor de umidade de equilíbrio; d) O encolhimento do material é desprezível durante o processo de transferência de calor; e) O campo do teor de umidade é uniforme no início da secagem; f) O único mecanismo de transporte de umidade no interior do sólido é o de difusão em fase líquida; g) O coeficiente de difusão é constante; h) Temperatura na superfície da amêndoa é constante e igual a 0 °C.

Com as considerações anteriores e usando a equação de Fourier (1) que é uma equação diferencial parcial que descreve a variação de temperatura em um volume constante, onde só há troca de calor por meio de condução e o regime é não estacionário (temperatura varia com o tempo). Essa equação é dada por

$$\frac{\partial \Psi(r,t)}{\partial t} = \alpha \nabla^2 \Psi(r,t) \quad (1)$$

sendo α a difusividade e $\Psi(r,t)$ a temperatura. A posição de um ponto dentro da amêndoa é r que depende do sistema de coordenada escolhida e o tempo de medida é t . O operador ∇^2 está associado ao ponto do espaço, ou seja, também depende do sistema de coordenada (geometria) escolhida para descrever a difusividade na amêndoa do cacau.

A primeira técnica usada na solução na Eq.(1) é a separação de variáveis (BASSALO; CATTANI, 2011) entre a variável espacial r e temporal t :

$$\Psi(r,t) = \psi(r)T(t). \quad (2)$$

onde $\psi(r)$ é função só do espaço e $T(t)$ função apenas do tempo. Substituindo (2) em (1), tem-se

$$\frac{1}{\alpha T} \frac{dT}{dt} = \frac{\nabla^2 \psi(r)}{\psi(r)} \quad (3)$$

Assim, é separado da função temperatura $\Psi(r,t)$ a parte espacial $\psi(r)$ da temporal $T(t)$. Dessa forma, o modelo geométrico se concentra na parte espacial isolado da temporal. Como o primeiro membro é função somente de t e

no segundo, uma função de pontos espaciais, então a igualdade só ocorrerá se for constante real ou complexa, cuja escolha dependerá das condições de contorno do problema. No caso deste trabalho é complexa por causa das funções espaciais serem periódicas, então:

$$\frac{1}{\alpha T} \frac{dT}{dt} = \frac{\nabla^2 \psi(r)}{\psi(r)} = -\lambda^2 \quad (4)$$

A solução temporal da Eq.(4) vem da equação diferencial de primeira ordem, ou seja:

$$\frac{1}{\alpha T} \frac{dT}{dt} = -\lambda^2, \quad (5)$$

a constante λ^2 depende das condições de contorno do sistema (amêndoa) para solução de (5). No caso geral, tem-se:

$$T(t) = G e^{-\alpha \lambda^2 t} \quad (6)$$

onde G é uma constante que depende das condições iniciais do sistema. A parte espacial da equação (4) é dada por,

$$\frac{\nabla^2 \psi(r)}{\psi(r)} = -\lambda^2. \quad (7)$$

Sendo que para cada sistema de coordenada geométrica o operador laplaciano $\nabla^2 \psi$ tem uma forma diferente, a Tabela 1 apresenta um resumo:

Tabela 1 – Operador laplaciano em três geometrias

Geometria	Operador ∇^2
Retangular	$\nabla^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$
Cilíndrica	$\nabla^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \psi}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$
Esférico	$\nabla^2 \psi = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \phi^2}$

Nos modelos dados neste trabalho, a condição inicial é $t = 0$, isso implica em uma temperatura inicial de T_0 no interior da amêndoa. A condição de fronteira para amêndoa do cacau é de temperatura zero em sua superfície.

As medidas espaciais, em média, para amêndoa do cacau são dadas pela Tabela 2

Tabela 2 – Medidas da amêndoa do cacau

a (metros)	b (metros)	c (metros)
15,96 10^{-3}	11,35 10^{-3}	30,7 10^{-3}

Os pontos internos na amêndoa do cacau que Sasseron (1984) usou em sua experiência para medir a difusividade térmica são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Medidas internas para o cacau

x (metros)	y (metros)	z (metros)
7,98 10^{-3}	5,67 10^{-3}	15,35 10^{-3}

Nos cálculos é importante conhecer as equações de transformação entre as coordenadas ortogonais (retangular, cilíndrica e esférica), indicadas pela Tabela 4. Pois, para cada coordenada, implica em um operador nabla dado pela Tabela 1.

Tabela 4 – Transformação de coordenadas

Geometria	Equação Transformação
Retangular	(x, y, z)
Cilíndrica	$r^2 = x^2 + y^2, z = z$
Esférica	$\rho^2 = x^2 + y^2 + z^2$

Com os dados dos valores de contornos e com o uso das técnicas de separação de variáveis, para as equações diferenciais parciais de segunda ordem, em (7), é obtida a solução para cada geometria, ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Solução para cada geometria

Geometria	Solução para Temperatura
Retangular	$\Psi(x, y, z, t) = \frac{64T_0}{\pi^3} \sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \sum_{p=0}^{+\infty} \frac{1}{(2n+1)(2m+1)(2p+1)}$ $\times \sin\left(\frac{2n+1}{a}\pi x\right) \sin\left(\frac{2m+1}{b}\pi y\right) \sin\left(\frac{2p+1}{c}\pi z\right)$ $\times e^{-\alpha\pi^2\left[\left(\frac{2n+1}{a}\right)^2 + \left(\frac{2m+1}{b}\right)^2 + \left(\frac{2p+1}{c}\right)^2\right]t}$
Cilíndrica	$\Psi(r, z, t) = \frac{8T_0}{\pi} \sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{1}{\alpha_{0n}(2m+1)J_1(\alpha_{0n})J_1\left(\frac{\alpha_{0n}}{(a^2+b^2+c^2)^{1/2}}r\right)}$ $\times \sin\left(\frac{2m+1}{c}\pi z\right) \times e^{-\alpha\left[\left(\frac{\alpha_{0n}}{(a^2+b^2+c^2)^{1/2}}\right)^2 + \left(\frac{2m+1}{c}\right)^2\right]t}$
Esférica	$\Psi(\rho, t) = \frac{4T_0}{\pi} \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{\alpha_{0n}\pi\left(\frac{J_3(\alpha_{0n})}{J_2(\alpha_{0n})}\right)^2 J_0\left[\frac{\alpha_{0n}}{(a^2+b^2+c^2)^{1/2}}\rho\right]}$ $\times e^{-\alpha\left[\left(\frac{\alpha_{0n}}{(a^2+b^2+c^2)^{1/2}}\right)^2\right]t}$

O fator α_{0n} são as raízes de Bessel e J_1 é a função de Bessel de primeira espécie de ordem 1. As funções J_0 e J_3 são as funções de Bessel esférica de primeira espécie de ordem zero e Bessel de primeira espécie de ordem 3/2, respectivamente.

Tendo as soluções, o objetivo é saber qual destas geometrias define melhor os dados observados da Figura 1.

III. RESULTADOS

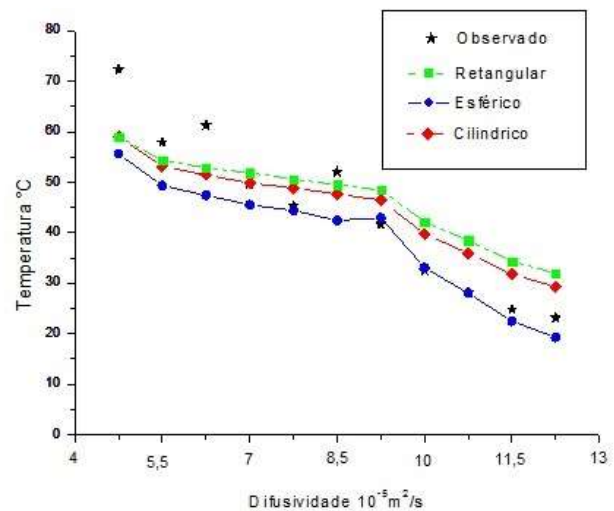
As dimensões consideradas para a amêndoa do cacau são ilustradas na Tabela 2 e os pontos internos, na Tabela 3, estes correspondem aos pontos medianos internos à amêndoa de cacau, que é a posição aproximada da sonda no interior da amêndoa. Esses dados foram inseridos nos três modelos desenvolvidos anteriormente, Tabela 5.

A temperatura inicial interna na amêndoa é de 70°C, essa escolha foi uma opção já que os valores para 60°C e 80°C não mostraram diferença significativa para a conclusão deste estudo, essa faixa de temperatura é a mesma usada no trabalho de SASSERON e o tempo para detectar a temperatura com a difusividade variou de 1 a 10 segundos (SASSERON, 1984). A temperatura na superfície da amêndoa no trabalho de SASSERON foi de 5 °C, aqui para simplificação dos cálculos é assumido 0°C.

Com esses dados são obtidas as temperaturas em função da difusividade para cada modelo geométrico. Na Figura 2 são mostrados os pontos descritos por cada modelo e os dados observados por SASSERON.

A Figura 2 mostra que o modelo esférico é melhor, comparado com os outros modelos na reprodução dos pontos experimentais, inclusive com alguns pontos praticamente iguais aos dados experimentais. Observa-se que os pontos, do modelo esférico, indicam que a difusividade correspondente à temperatura acompanha bem os dados experimentais, com exceção apenas para valores menores que $5,5 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$. Os modelos, retangular e o cilíndrico, descrevem satisfatoriamente o comportamento do fenômeno em uma faixa de baixa difusividade, com um pouco de desvio entre eles. Mas, para difusividades maiores que $9 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ os dois não representam bem os dados observados.

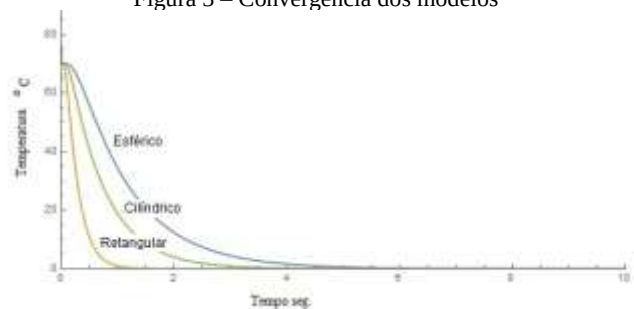
Figura 2 – Dados teórico e experimental



Fonte: Sales, 2018.

A convergência para cada um dos modelos pode ser vista na Figura 3, onde se usou uma difusividade $4 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$. A Figura 3 mostra que a temperatura converge para zero, em função do tempo, ou seja, tende a zero quanto maior for o tempo nos três modelos, isso implica que a amêndoa resfria com o passar do tempo. Na Figura 3 a curva azul representa a convergência do modelo esférico, a curva verde o cilindro e a curva laranja o modelo retangular.

Figura 3 – Convergência dos modelos



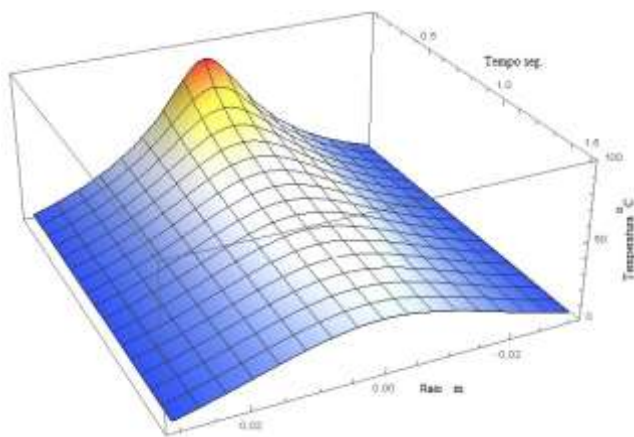
Fonte: Sales, 2018.

A Figura 3 mostra, também, que o comportamento do modelo esférico apresenta um esfriamento mais lento que os demais modelos. Sendo que a esfera esfria por completo depois de 5 segundos, o cilindro pouco mais de 3 segundos e o modelo retangular em mais de 1 segundo. Mais um resultado a favor do modelo esférico é quanto ao tempo de resfriamento da temperatura. Por exemplo, entre 20 °C a 30 °C o tempo de esfriamento para o modelo esférico esta na

ordem de 1,9 segundos. Enquanto os outros modelos estão abaixo de 1 segundo, isso representa um tempo muito curto e que está fora da faixa de registro experimental (SASSERON, 1984), diferentemente do modelo esférico que está dentro desse intervalo.

Na Figura 4 mostra em três dimensões a distribuição de temperatura na amêndoa do cacau no modelo esférico em relação ao seu raio e o tempo de resfriamento.

Figura 4 – Modelo esférico para o cacau



Fonte: Sales, 2018.

O gráfico indica esfriamento nas bordas da amêndoa num tempo qualquer, e para um tempo próximo de zero, com localização no centro da esfera, uma temperatura de 70 °C. Para um tempo no limite de 1,5 segundos a temperatura cai para abaixo de 20 °C, o que corresponde o limite de observação (SASSERON, 1984). Nesse gráfico foi usada difusividade de $9 \times 10^{-5} m^2/s$.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que a escolha da geometria para modelar a difusividade na amêndoa do cacau é importante. O comportamento da temperatura com a difusividade é melhor descrito pelo modelo esférico e para valores menores que $5,5 \times 10^{-5} m^2/s$ os resultados são razoáveis. Os modelos cilíndrico e retangular não apresentam resultados aceitáveis da difusividade para valores maiores que $9 \times 10^{-5} m^2/s$ comparados aos dados observados.

O modelo esférico é um caso particular de geometria elipsoidal, isso sugere que uma “quebra” na sua simetria pode aproximar dos resultados experimentais menores que $5,5 \times 10^{-5} m^2/s$. Atualmente é investigado sistema de coordenadas que se aproxima da geometria da amêndoa. Neste caso, sistema de coordenada elipsoidal seria mais indicado.

V. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPESB

VI. REFERÊNCIAS

AMIGO, Fernanda Vargas; LIMA, Geonava Pires; SALES, Jorge Henrique; ESTIVAL, Katianny Gomes. Inovação Tecnológica na Secagem do Cacau: Um Estudo de Viabilidade Econômica e Barreira de Entrada. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, n. 4, p. 706-720, 2017.

BASSALO, José Maria Filardo; CATTANI, Mauro Sérgio Dorsa. **Elementos de Física Matemática**, v. 2, p. 3-76, São Paulo, 2011.

CARBONERA, Leonardo, CARCIOFI, Bruno Mattar, HUBER, Eduardo, LAURINDO, João Borges. Experimental Determination of Thermal Diffusivity in Commercial Tomato Paste. **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n.2, p. 285-290, jul./dez., 2003.

FORTES, Mauri, OKOS, Martin R. **A non-equilibrium thermodynamics approach to transport phenomena in capillary porous media**. Transactions of the ASAE, v. 24, p. 756 – 760, 1981a

LIMA, Geovana Pires; SALES, Jorge Henrique. Sistema alternativo para secagem de cacau e geração de energia. **Revista GEINTEC: Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, p. 1703 -1715, 2015.

SANTOS, Everton Costa ; SALES, Jorge Henrique Oliveira. Vertical solar dryer for almond cocoa. **Revista GEINTEC: Gestão, Inovação e tecnologias**, v. 4, p. 1594 -1605, 2014.

SASSERON, José Luiz. **Avaliação de propriedades físicas e curvas de secagem, em camadas finas, de amêndoas de cacau** (Theobromacaca o L.). 1984. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

VII. COPYRIGHT

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

Submetido em: 15/02/2018

Aprovado em: 21/03/2018

DISTRIBUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE RADIOTERAPIA NAS MESORREGIÕES CATARINENSES

DISTRIBUTION OF RADIOTHERAPY EQUIPMENT IN CATARINIAN MESOREGIONS

EVELYN VIEIRA¹¹; FRANCINE PÓVOAS²; ISABEL DOS SANTOS³, TÚLIO ROSA⁴, PATRÍCIA FERNANDA DOROW⁵, CAROLINE DE MEDEIROS⁶, FRANCIELE CARDOSO DE VARGAS⁷, GABRIELLY KAHL⁸, CHARLENE DA SILVA⁹, MARCO BERTONCINI¹⁰, CAROLINA NEIS¹¹

1/11 - INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

evelyn_vieira@hotmail.com, francinepovoas@hotmail.com, isabel@gmail.com, tulio.rosahermes@outlook.com, patriciad@ifsc.edu.br, caroline@ifsc.edu.br, franciele.vargas@ifsc.edu.br, gabriellygkahl@ifsc.edu.br, charlene.silva@ifsc.edu.br, marco.bertoncini@ifsc.edu.br, carolina.neis@ifsc.edu.br

Resumo - A radioterapia é uma das principais formas de tratamento contra o câncer. Este artigo descreve a distribuição de equipamentos de radioterapia nas mesorregiões catarinenses. Foram levantados os dados relacionados ao número de equipamentos em bases de dados públicos e realizada uma análise detalhada dos serviços e equipamentos de radioterapia, de acordo com cada mesorregião do estado de Santa Catarina bem como o número anual de tratamentos radioterápicos. Os resultados indicam que existe uma grande variação em relação ao número de equipamentos de radioterapia em cada região. Conclui-se que nas regiões com menor renda per capita não há serviços e equipamentos suficientes para atender a população.

Palavras-chave: Radioterapia. Equipamento. Tratamento.

Abstract - Radiation therapy is one of the main forms of cancer treatment. This article describes the distribution of radiotherapy equipment in the Santa Catarina mesoregions. The data related to the number of equipment in public databases were collected and a detailed analysis of radiotherapy services and equipment was performed according to each mesoregion of Santa Catarina state as well as the annual number of radiotherapy treatments. The results indicate that there is a great variation in the number of radiotherapy equipment in each region. It is concluded that in regions with lower per capita income there are not enough services and equipment to attend the population.

Keywords: Radiotherapy. Equipment. Treatment.

I. INTRODUÇÃO

Os estudos demonstram o importante papel da radioterapia no tratamento do câncer (DE HAAN *et al.*, 2018). Pesquisas estimam que cerca de 50% de todos os pacientes com câncer se beneficiarão da radioterapia durante o curso de sua doença, exigindo muitos tipos de tratamento (DELANEY *et al.*, 2005; BARTON *et al.*, 2014).

Devido as importantes melhorias técnicas, atualmente é possível curar uma quantidade maior de pacientes com menos efeitos colaterais. Porém, isso demanda acesso a equipamentos modernos, incluindo (IMRT) radioterapia guiada por imagem (IGRT), radioterapia estereotáxica e, mais recentemente, terapia de partículas (LANGENDIJK *et al.*, 2013; MORTENSEN *et al.*, 2013).

No ano de 2011, 69.853 pacientes foram tratados com radioterapia, cerca de 50 mil a mais do que os que tiveram como método terapêutico a quimioterapia (INCA, 2011). A radioterapia pode ser utilizada de forma exclusiva ou associada com uma ou múltiplas terapias, como: hormonioterapia, quimioterapia e cirurgia (quando utilizada com esta última, pode ser pré-operatória ou pós-operatória) (INCA, 2017). Segundo a Sociedade Brasileira de Radioterapia (2017), a indicação é feita pelos médicos que estão envolvidos no tratamento do paciente, em sintonia com o médico especialista em tratamentos com radioterapia.

Um serviço da radioterapia pode fornecer diferentes tipos de equipamentos para diversos tratamentos. Quando o equipamento for ofertado para uso, a instituição deve estar apta a fornecer todos os requisitos para o pleno funcionamento do mesmo (BRASIL, 2012).

A lei 12.732 de 2012, denominada lei dos 60 dias preconiza que o prazo máximo para qualquer caso de câncer receber tratamento é de 60 dias após o diagnóstico (ALVES, 2014). Porém, segundo dados do Sistema de Informações do Câncer (Siscan) esse prazo não é cumprido, somente 57% dos pacientes tiveram atendimento em até 60 dias (DANTAS SILVA; NUNES, 2014). É fato que a rede pública de saúde não está equipada para garantir a efetividade da lei apontada. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é descrever a distribuição de equipamentos de radioterapia nas mesorregiões catarinenses.

II. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa quantitativa de caráter exploratório que visa ilustrar a quantidade de aparelhos de radioterapia encontrados em clínicas particulares e hospitais públicos do estado de Santa Catarina analisando conjuntamente a legislação vigente no país.

Os dados foram analisados levando em consideração a estimativa da população atual das mesorregiões do estado: Norte, Serrana, Vale do Itajaí, Sul, Grande Florianópolis e Oeste, apontadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

A equipe utilizou a página online oficial do IBGE e fez uma pesquisa analisando a população de cada cidade separadamente, utilizando o censo populacional estimado do ano de 2017. Com relação ao número de equipamentos, também foi levado em consideração as mesorregiões utilizando dados obtidos pelo Instituto do Câncer (INCA) e pela Sociedade Brasileira de Radioterapia.

Já os dados quantitativos dos equipamentos de radioterapia se originaram do Núcleo de Informações em Radioterapia que é resultado de um convênio celebrado entre a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sendo um dos produtos previstos no subprojeto "Diagnóstico Situacional e Metodologia para o Monitoramento das Fontes dos Serviços de Radioterapia do Brasil".

Após a obtenção do número populacional de cada mesorregião foi comparado o resultado obtido da quantidade de equipamentos com o valor preconizado pela portaria Nº 1.631, de 1º DE outubro de 2015:

“O número de estabelecimentos de saúde a serem habilitadas como CACON ou UNACON observará a razão de um estabelecimento de saúde para cada 500.000 habitantes (BRASIL, 2015, p. 115).”

No Brasil o atual parâmetro utilizado para o planejamento de estabelecimento de saúde especializados em oncologia é preconizada pela Portaria MS/SAS nº 140, de 27 de fevereiro de 2014, a qual estabelece a base populacional como referência. Nos Estados das Regiões Sul e Sudeste, por apresentarem maior contingente de população acima de 50 (cinquenta) anos, deverá ser admitida habilitação de estabelecimento de saúde como centro de assistência de alta complexidade em oncologia (CACON) ou unidade de assistência de alta complexidade em oncologia (UNACON) para áreas com população inferior a 500.000 habitantes, desde que, nessa população, haja estimativa de 900 casos novos anuais de câncer, excetuando-se o câncer de pele, não melanoma.

III. RESULTADOS

Existem vários sistemas de informação no Brasil relacionados a saúde. Sendo assim, está pesquisa analisou dados referentes a radioterapia disponibilizados por meio da plataforma digital de acesso público o Datasus.

Empregando esses dados percebe-se que Santa Catarina é o 11º colocado em quantidade populacional - com a população estimada em cerca de 7 milhões no ano de 2017 (BRASIL, 2017). Está em oitavo lugar no *ranking* dos menores estados do Brasil. Entretanto, apesar de ser o menor estado do sul do país apresenta divergências em relação as paisagens, relevos, climas e culturas o que proporciona distintas possibilidades de geração de economia, que variam entre turismo e tecnologia e produção de carvão à pecuária. Devido a tamanhas divergências o estado foi dividido em seis mesorregiões (BRASIL, 2017).

Segundo o Plano de ação da Secretária do Estado da Saúde de Santa Catarina (2016), a região sul do Brasil é privilegiada por apresentar uma quantidade muito maior de serviços de radioterapia no total de 37 serviços de radioterapia, perdendo somente para a região sudeste com 82 serviços, seguido do nordeste 29, centro oeste 12 e norte 7 serviços. Contudo, percebe-se a permanência da situação de desigualdade na distribuição da prestação de atendimento em todo o Brasil.

3.1 - Distribuição dos equipamentos de radioterapia em Santa Catarina

O estado de Santa Catarina possui 295 municípios, divididos em seis mesorregiões: Grande Florianópolis, Vale do Itajaí Norte Catarinense, Oeste Catarinense, Serrana e Sul catarinense (IBGE, 2017). Para avaliar e compreender melhor a distribuição dos equipamentos de radioterapia nessas mesorregiões que apresentam características e condições sociais tão distintas, foi elaborado o Quadro 1 que possibilita identificar a real situação das regiões catarinenses.

Quadro 1 – Distribuição dos equipamentos de radioterapia por mesorregião catarinense

Mesorregião	Total de equipamentos	Cidade	Número de equipamentos	Tipo de equipamento
Vale do Itajaí	9	Balneário Camboriú	2	1 acelerador linear e 1 braquiterapia
Vale do Itajaí		Blumenau	7	4 aceleradores lineares 1 cobaltoterapia 2 braquiterapia
Grande Florianópolis	5	Florianópolis	5	4 aceleradores lineares 1 braquiterapia
Norte Catarinense	3	Jaraguá do Sul	1	1 acelerador linear
Norte Catarinense		Joinville	2	1 acelerador linear 1 cobaltoterapia
Sul Catarinense	1	Criciúma	1	1 acelerador linear
Oeste Catarinense	2	Chapecó	2	1 acelerador linear 1 braquiterapia
Serrana	1	Lages	1	1 acelerador linear

Fonte: Adaptado de BRASIL (2014) e ANVISA (2017).
Disponível

em: <http://radioterapia.unifei.edu.br/?q=node/2>
<http://radioterapia.unifei.edu.br/?q=node/2>

O Quadro 1 apresenta um panorama da distribuição dos equipamentos de radioterapia por mesorregião catarinense. Santa Catarina, portanto, dispõe de 21 equipamentos de radioterapia, assim distribuídos: Vale do Itajaí 9; Grande Florianópolis 5; Norte Catarinense 3; Sul Catarinense 1; Oeste Catarinense 2; e Serrana 1.

A distribuição destes equipamentos por cidades revela uma expressiva desigualdade, na medida que no Vale do Itajaí 77,77% do total estão localizados em Blumenau e 22,22% em Balneário Camboriú. Na Grande Florianópolis 100% estão localizados na cidade de Florianópolis. No Norte Catarinense 33,33% estão em Jaraguá do Sul e 66,66% em Joinville. No Sul Catarinense 100% estão em Criciúma, no Oeste Catarinense 100% estão em Chapecó e na região Serrana 100% encontram-se em Lages.

A Portaria MS/SAS nº 140, de 27 de fevereiro de 2014, define:

“os critérios e parâmetros para organização, planejamento, monitoramento, controle e avaliação dos estabelecimentos de saúde habilitados na atenção especializada em oncologia (BRASIL, 2014, P.18).”

A mesma portaria indica a necessidade de um estabelecimento de saúde autorizado como CACON ou UNACON para cada 500 mil habitantes. Considerando a

população de Santa Catarina, que segundo o IBGE (2017) chegou a 7.001.161 milhões de habitantes, seria necessário um total de aproximadamente 14 serviços de radioterapia, quando só existem somente 11 serviços. Sendo que estes se encontram mal distribuídos entre as mesorregiões, como visto anteriormente.

Infelizmente, essa situação se repete em outros estados brasileiros como São Paulo, onde também se verifica um déficit e uma distribuição heterogênea, de um total de 76 equipamentos quando deveriam existir 106, 36 estão na Grande São Paulo (FERNANDES *et al.*, 2010).

De forma geral o cenário encontrado na radioterapia no Sistema Único de Saúde apresenta aumento nas filas de espera, número insuficiente de equipamentos e distribuição geográfica inadequada. Isso também ocorre em países classificados como países em desenvolvimento. Segundo o *World Cancer Report de 2014 da Internacional Agency for Research on Cancer (IARC)*, da Organização Mundial da Saúde (OMS) o câncer se apresenta como um problema de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento, onde, nas próximas décadas, acredita-se que o câncer represente 80% dos mais de 20 milhões de casos novos estimados para 2025 (DE ARRUDA; VIANI, 2017)

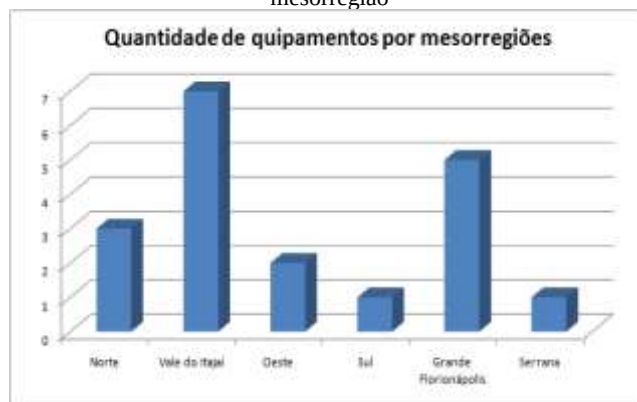
A mesorregião Sul catarinense possui uma estimativa de 992.240 habitantes para o ano de 2017 (IBGE, 2017) e somente um serviço que conta com um único acelerador linear, quando o mínimo segundo a legislação vigente deveriam ser 2 serviços oncológicos. Na mesma linha a mesorregião Oeste Catarinense possui 1.200.230 habitantes e somente um serviço com um acelerador linear e uma braquiterapia.

Ambos equipamentos, acelerador linear e braquiterapia são utilizados no tratamento do câncer a diferença está na forma de aplicação da radiação. Na teleterapia a radiação é aplicada a distância por meio de equipamentos de cobalto ou aceleradores lineares. Na braquiterapia a fonte de radiação entra e contato direto com os tecidos a serem tratados (MORAIS, 2015).

Além da má distribuição de equipamentos no estado nota-se também que os procedimentos de alta tecnologia como IMRT e IGRT, ainda são pouco utilizados. Esses procedimentos possibilitam entregar uma dose maior de radiação ao tumor enquanto tecidos adjacentes são poupados para reduzir os efeitos colaterais do tratamento.

Com a divisão do estado de Santa Catarina em mesorregiões, foram realizados os levantamentos das quantidades de equipamentos (GRÁFICO 1), e o censo populacional de cada mesorregião (GRÁFICO 2). Assim, facilitando a mensuração da distribuição dos equipamentos de radioterapia. Proporcionando também a oportunidade de produzir uma estatística, referente à distribuição ideal de equipamentos (GRÁFICO 3), servindo dessa forma, de comparativo para as demais informações coletadas.

Gráfico 1 - Quantidade de equipamentos de radioterapia por mesorregião



Fonte: Autores, 2018.

De acordo com o GRÁFICO 1, destaca-se uma concentração na região do Vale do Itajaí com 7 equipamentos, seguido pela Grande Florianópolis com 6. Considerando que essas duas mesorregiões são litorâneas e “vizinhas”, enfatiza ainda mais a má distribuição dos equipamentos. Quando comparados os dois extremos, a diferença de capacidade para atender a demanda é ainda mais evidente, pois o Vale do Itajaí tem 3 vezes mais capacidade que a região Serrana e Sul juntas, que somam 2 equipamentos.

Sendo a segunda mesorregião com mais equipamentos de radioterapia, a Grande Florianópolis é apenas a terceira região mais populosa. As regiões do Vale do Itajaí, e Oeste, lideram o ranking das mesorregiões mais populosas segundo o Gráfico 2. Conforme já abordado o recomendado é um equipamento de radioterapia para cada 500 mil habitantes, ou seja, a mesorregião oeste catarinense deveria ter o dobro que tem a disposição hoje. A Grande Florianópolis estaria com 2 equipamentos a mais levando em conta sua população atual, equipamentos que supririam a necessidade do oeste catarinense.

Gráfico 2 - População por mesorregião catarinense



Fonte: Autores, 2018.

Como é possível observar no GRÁFICO 3 comparando com as estatísticas do GRAFICO 1, existe uma real necessidade de redistribuição dos equipamentos de radioterapia entre as mesorregiões do estado de Santa Catarina. Destaca-se novamente o Vale do Itajaí e a Grande Florianópolis que possuem juntos 4 equipamentos a mais do que a realmente necessitam, conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde.

Gráfico 3 - Quantidade ideal de equipamentos por mesorregião



Fonte: Autores, 2018.

Percebe-se ao comparar os dois últimos gráficos, a necessidade e redistribuição dos equipamentos radioterápicos. Segundo estimativas realizadas pelo INCA (2016), o número de casos novos de câncer na região sul do Brasil é de 77.260 novos casos, necessita-se de 77 novos serviços que disponibilizem o tratamento radioterápico, enquanto contamos com apenas 43 serviços oncológicos especializados a este nível.

IV. CONCLUSÕES

A crescente incidência de câncer esperada durante a próxima década e a maior frequência de irradiação de pacientes oncológicos exigem a expansão dos serviços e o aumento do número de equipamentos para atender a demanda de tratamentos radioterápicos. O ideal para o estado seria que houvesse um bom senso na distribuição de aparelhos, respeitando a quantidade de habitantes por mesorregião, algo que não acontece em Santa Catarina.

Um total de 19 equipamentos estão em uso no estado, mas nota-se na pesquisa a grande concentração de aparelhos de radioterapia nas mesorregiões do Vale do Itajaí e da Grande Florianópolis que contam com mais aparelhos do que teoricamente precisam de acordo com o número de habitantes.

Devido a distribuição indevida de equipamentos no estado catarinense, onde a sua grande maioria encontra-se próximo ao litoral, a necessidade de horas de viagem para uma cidade à quilômetros de distância da sua cidade natal é uma realidade para muitos catarinenses em tratamento oncológico. É interessante que o estado se atente a este importante fator da saúde catarinense estimulando a instalação de equipamentos em áreas carentes. Assim como é descrito na Portaria MS/SAS nº 140, de 27 de fevereiro de 2014, a qual afirma a necessidade das secretarias de saúde municipais e estaduais priorizem a interiorização dos serviços especializados em oncologia.

A organização Mundial de Saúde (2002) em seu Programa Nacional de Controle ao Câncer diz que ao planejar um programa desta magnitude a acessibilidade dos serviços de radioterapia do país deve ser cuidadosamente considerada. Afinal um único centro pode ser o suficiente em um país, ou regiões com pouca população. Entretanto, de forma geral será necessária uma rede de serviços oncológicos em diversas regiões de um país. Da mesma forma citada na Portaria MS/SAS nº 140, para pacientes que vivem a uma distância do centro de radioterapia, deverá haver financiamento reservado para pagar os custos de transporte a alojamento para esses pacientes.

V. REFERÊNCIAS

- ALVES, Cândice Lisboa. Audiências públicas: instrumentos em prol da democratização e concretização do direito à saúde. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, v. 2, n. 2, p. 114-126, 2014.
- BARTON, B. *et al.* Estimating the demand for radiotherapy from the evidence: a review of changes from 2003 to 2012. **Radiotherapy and oncology**, v. 112, n. 1, p. 140-144, 2014.
- BRASIL. ANVISA. **Nota Técnica n° 1/2012 de 12 de junho de 2012**. Esclarecimentos e orientações para os profissionais de saúde nas ações de Radioterapia: Riscos e Proteção à Saúde. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271855/%2528Nota%2Bt%25C3%25A9cnica%2B%2BServi%25C3%25A7os%2Bde%2BRadioterapia%2Bfinal%2529.pdf/b50dbfd9-6446-4354-9e88-095d9b204718?version=1.0>
- _____. IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões geográficas**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GE-BIS-RJ/DRB/Divisao_regional_v01.pdf. Acesso em: 01 dez. 2017.
- _____. Ministério da Saúde. Parâmetro SUS. Portaria nº 140, de 27 de fevereiro de 2014. **Secretaria de Atenção à Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde; 2015. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2014/prt0140_27_02_2014.html
- _____. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Datasus. Informações de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde; 2012. Disponível em: <https://goo.gl/ukX63Q> Acesso em: 12 de outubro de 2017.
- _____. Portaria MS/SAS nº 140, de 27 de fevereiro de 2014. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 fev. 2014. Seção 1, n. 42, p. 71.
- _____. Portaria MS/SAS nº 140, de 27 de fevereiro de 2014. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 fev. 2014. Seção 1, n. 42, p. 71.
- DANTAS SILVA, Ícaro; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. Prospecção de software para tratamento de câncer. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 4, n. 5, p. 1402-1413, 2014.
- DE ARRUDA, Felipe Teles; VIANI, Gustavo Arruda. Análise de 20 anos do modelo de remuneração do SUS para a radioterapia: precisamos mudá-lo?. **Braz J Oncol**, v. 13, n. 44, p. 1-11, 2017.
- DE HAAN, Rosemarie *et al.* Improved pharmacodynamic (PD) assessment of low dose PARP inhibitor PD activity for radiotherapy and chemotherapy combination trials. **Radiotherapy and Oncology**, v. 126, n. 3, p. 443-449, 2018.
- DELANEY, G. *et al.* The role of radiotherapy in cancer treatment. **Cancer**, v. 104, n. 6, p. 1129-1137, 2005. Disponível em: http://portalses.saude.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc...gid. Acesso em: 01 nov. 2017.
- FERNANDES, Marco Antonio Rodrigues; Oliveira Júnior, Batista; Santos, M. Z. Sistema de cálculo computacional da unidade monitora para feixes de elétrons em radioterapia.

Revista Brasileira de Cancerologia, v. 56, n. 2, p. 54-54, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/140601>>.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Radioterapia**. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=100>. Acesso em: 01 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Dados consolidados INCA 2011 (média mensal / total anual)**. 2011. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=2018>. Acesso em: 01 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DO CANCER. **Estimativa 2016: incidência de câncer no Brasil 2016**. [citado 2017 Out 30]. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2016/>

International Agency for Research on Cancer. **World Cancer Report 2014** [Internet]. [cited 2017 Out 30]. Available from: http://www.who.int/cancer/publications/WRC_2014/en/

LANGENDIJK, J. *et al.* Selection of patients for radiotherapy with protons aiming at reduction of side effects: the model-based approach. **Radiotherapy and Oncology**, v. 107, n. 3, p. 267-273, 2013.

MORAIS, Brenda Honda. Características e funcionamento dos aceleradores lineares em radioterapia e aspectos da evolução do planejamento radioterápico. **Tekhne e Logos**, v. 6, n. 2, p. 140-154, 2015.

MORTENSEN, H. *et al.* Late dysphagia after IMRT for head and neck cancer and correlation with dose-volume parameters. **Radiotherapy and Oncology**, v. 107, n. 3, p. 288-294, 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SANTA CATARINA. **Plano de ação da rede de atenção a saúde das pessoas com câncer em Santa Catarina**. 2016

SOCIEDADE BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA. **A radioterapia é usada isoladamente ou combinada com outros tratamentos?** Disponível em: <<http://sbradioterapia.com.br/publico/a-radioterapia-e-usada-isoladamente-ou-combinada-com-outros-tratamentos/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

VI. COPYRIGHT

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

Submetido em: 21/03/2018

Aprovado em: 11/04/2018

QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS OBESOS QUE REALIZARAM A CIRURGIA BARIÁTRICA

QUALITY OF LIFE OF OLDER OBESIANS WHO CARRIED OUT BARIATRIC SURGERY

ADRIANA BALDO MENDES¹; FLÁVIA CRISTINA DE SOUZA²; JULIANA LOPES REINECKEN³;
WANDERLISTER DUQUE TAVARES⁴; LUCIA ELAINE RANIERI CORTEZ⁵; ROSE MARI
BENNEMANN⁶

1, 2, 3 – MESTRANDAS EM PROMOÇÃO DA SAÚDE, CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ – UNICESUMAR; 4 – RESIDENTE (R4) EM CIRURGIA DO APARELHO DIGESTIVO DO HOSPITAL DAS CLÍNICAS DE MARÍLIA; 5, 6 – DOUTORAS, DOCENTES NO MESTRADO EM PROMOÇÃO DA SAÚDE- UNICESUMAR. PESQUISADORAS DO INSTITUTO CESUMAR DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – ICETI

adrianamendes37@outlook.com; flaviadrummer@gmail.com; juli.reineken@gmail.com;
wanderlistertavares@gmail.com; lercortez@gmail.com; rose.bennemann@gmail.com

Resumo - A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014) caracteriza a obesidade como um dos maiores problemas de saúde pública do mundo, com um aumento na população de idosos obesos. A cirurgia bariátrica tem sido considerada tratamento de escolha para a obesidade mórbida, já que leva a importante perda de peso, que por sua vez melhora de forma significativa a qualidade de vida. O objetivo do estudo foi de avaliar a qualidade de vida de pacientes idosos que realizaram a cirurgia bariátrica. O estudo foi feito através de revisão de literatura nas bases Scielo, Lilacs e Pubmed. Foram cruzados os seguintes descritores: idoso AND cirurgia bariátrica AND qualidade de vida em português e inglês. Observado melhora das comorbidades, mobilidade e consequentemente, da qualidade de vida nos idosos.

Palavras-chave: Idoso. Cirurgia Bariátrica. Qualidade de vida.

Abstract - The World Health Organization (WHO, 2014) characterizes obesity as one of the world's biggest public health problems, with an increase in the obese elderly population. Bariatric surgery has been seen by a morbid obesity, as it leads to an important weight loss, in turn significant improvement and quality of life. The aim of the study was to evaluate the quality of life of elderly patients who underwent bariatric surgery. The study was done through literature review at the Scielo, Lilacs and Pubmed databases. We analyzed the following comments and bariatric surgery and quality of life in Portuguese and English. Observed improvement of comorbidities, mobility and, consequently, quality of life in the elderly.

Keywords: Elderly. Bariatric Surgery. Quality of Life.

I. INTRODUÇÃO

Concomitantemente com a pandemia da obesidade, observa-se fenômeno de envelhecimento global, com aumento significativo na população de idosos obesos (IBGE, 2017). Nos EUA, a prevalência de obesidade em adultos de 60 anos ou mais aumentou de 23,6% para 37% em 2010 (MARIHART, BRUNT, GERACI, 2014). A prevalência de obesidade na Europa varia de 20 a 30%, isto significa que

existiam 32 milhões de idosos obesos (MATHUS-VLIEGEN, 2012).

A população idosa é o segmento de mais rápido crescimento em todo o mundo. Nos próximos 30 anos, a população idosa aumentará em até 300% na Ásia e América Latina (AMARYA, SINGH, SABHARWAL, 2014).

Considerada como um problema exclusivo dos países de alta renda, durante muitos anos, a obesidade e o sobrepeso, atualmente, estão aumentando drasticamente nos países de renda média e baixa, principalmente na zona urbana (WHO, 2011).

A prevalência da obesidade tem aumentado progressivamente, inclusive nos grupos de maior idade (CDC, 2016). Nos EUA a incidência de idosos obesos vem aumentando progressivamente. Segundo o CDC, (2016), 42,5 % das mulheres e 38,1% dos homens, na faixa de 60 a 69 anos, são obesos. Já entre os 70 aos 79 anos de idade, 31,9% das mulheres e 28,9% dos homens encontram-se nesta condição. No Brasil, nos idosos acima de 65 anos, a prevalência de obesidade é de 8,7% entre os homens e de 16,1% entre as mulheres (IBGE, 2010). Várias razões são propostas para a maior prevalência de obesidade entre as mulheres, menopausa devido aos fatores hormonais, ocupacionais e a maior expectativa de vida (IBGE, 2016).

A mulher idosa e obesa está mais propensa à queda devido à menor densidade mineral óssea, do que os homens, causando assim, maior comprometimento da mobilidade (CHAGAS, NEVES, 2015).

De acordo com o presidente da Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (SBCBM, 2017), o aumento do número de procedimentos para redução de estômago está relacionado ao crescimento da obesidade no Brasil, que a cirurgia bariátrica apresenta índices superiores a 90% de melhora em quadros de diabetes, hipertensão, doenças do refluxo e apnéia do sono. Além disso, os procedimentos têm sido feitos por videolaparoscopia, oferecendo maior segurança aos pacientes (SBCBM, 2017).

Dado o aumento das taxas de obesidade para adultos mais velhos, o aumento da expectativa de vida não significa necessariamente um aumento nos anos saudáveis. Em vez disso, obesos idosos podem estar enfrentando anos adicionais de desconforto, falta de mobilidade, e problemas de saúde crônica (MARIHART, BRUNT, GERACI, 2014).

A obesidade é uma doença crônica, caracterizada pelo acúmulo de gordura corporal, que contribui para o surgimento da hipertensão, diabetes tipo 2, osteoartrites, dificuldades respiratórias, doenças cardíacas, acidentes vasculares cerebrais, depressão e certos tipos de câncer que afetam a qualidade de vida das pessoas (CDC, 2014). Na prática clínica e na maior parte dos estudos utiliza-se o índice de massa corporal (IMC) para determinar a obesidade. O IMC é calculado dividindo-se o peso corporal em quilogramas, pelo quadrado da estatura, em metros quadrados (P/E^2) (OMS, 2013).

Segundo a Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (ABESO), pacientes com IMC igual ou superior a 45 kg/m² apresentam uma queda na expectativa de vida e um aumento de 190% da mortalidade por causas cardiovasculares (ABESO, 2016).

A Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica indica a cirurgia quando o IMC está igual a 40, ou maior/ igual a 35 kg/m² com presença de comorbidades (SBCBM, 2014). Nesse contexto, a cirurgia bariátrica é um recurso consistente nos casos de obesidade grave com falha documentada de tratamento clínico, proporcionando aos pacientes uma redução nos índices de mortalidade e melhora de comorbidades clínicas (ABCB, 2014).

Estudo realizado no ambulatório de cirurgia bariátrica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) mostrou que 13 % dos pacientes em espera para a cirurgia tinham 60 anos ou mais (média de 65 anos), apresentavam em média três comorbidades e 20 % deles eram obesos mórbidos (SBCBM, 2014).

Em um estudo para avaliar a segurança e a eficácia de banda gástrica laparoscópica e bypass gástrico laparoscópico, sendo um total de 27 pacientes, a média de idade foi de 68 anos (faixa dos 65-73 anos), somente os pacientes do grupo do bypass tiveram uma diminuição significativa no uso de medicação e no número de comorbidades, as medidas de qualidade de vida melhoraram igualmente, comprovando que a cirurgia bariátrica pode ser realizada com segurança no paciente idoso (QUEBBEMANN *et al.*, 2005).

Os obesos idosos sofrem mais comorbidades e requerem mais medicamentos antes da cirurgia do que os obesos mais jovens. Os idosos, de forma geral, perdem 60% do peso após 1 (um) ano e 50% após 5 (cinco) anos, após o bypass gástrico, que é um dos tipos de cirurgia bariátrica. Essa perda de peso é acompanhada pela melhora na comorbidade relacionada com a obesidade, e da redução do uso de medicamentos. Os adultos mais jovens, no entanto, perdem mais peso e tem maior resolução das doenças associadas à obesidade (WHO, 2000).

Estudos de Eisenberg *et al.* (2017), mostram que de 2009 a 2016, 181 pacientes que foram submetidos à cirurgia bariátrica, a maioria dos pacientes apresentou pelo menos uma comorbidade relacionada à obesidade, incluindo Hipertensão Arterial (85%), Diabetes tipo II (70%), dor nas costas e 84% com dor articular (EISENBERG *et al.*, 2017).

Cada vez mais, os pacientes com idades avançadas estão sendo considerados por cirurgiões aptos para realizar a

cirurgia bariátrica, já que as taxas de mortalidade no pós-operatório estão melhorando, por exemplo, nos EUA, as taxas caíram de 0,89% para 0,32%, ou seja, 64% de diminuição das taxas de mortalidade. No Reino Unido, a demanda por bypass no serviço de saúde aumentou seis vezes entre 2007 a 2012, de 808 para 5407 casos de cirurgia (BCHIR, 2013).

Em um estudo de coorte retrospectivo que registrou 12.062 pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, observou-se que 18,1% de todos os pacientes foram realizados em pacientes ≥ 55 anos, os mais velhos tiveram mais complicações pós-operatórias, entretanto, as taxas de mortalidade não diferiram das observadas em indivíduos mais jovens, demonstrando que a cirurgia bariátrica pode trazer benefícios à saúde de pacientes idosos obesos cuidadosamente selecionados, que não conseguem perder peso por outros meios (MORGAN, 2017).

Na Itália, de acordo com dados nacionais entre 1991 e 2010, a prevalência de obesidade entre os idosos aumentou de 7,5% para 16%. Aumentando assim a prevalência de muitas das complicações médicas associadas à obesidade. A Sociedade Italiana de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (SICOB) recomenda a cirurgia bariátrica em pacientes idosos obesos, em todos os casos menores de 70 anos, enfatizando uma avaliação detalhada (MUSELLA *et al.*, 2014).

Busetto (2008), na Itália, fez um estudo para avaliar a eficácia da faixa gástrica em pacientes idosos, com 216 pacientes, com uma média de idade de 64 anos (60 a 83 anos), a perda de peso foi menor nos pacientes idosos se comparada aos indivíduos mais jovens, no entanto, a maioria dos pacientes idosos mostra uma melhora nas comorbidades relacionadas à obesidade (BUSETTO *et al.*, 2008).

Rufino Neto (1994) considera qualidade de vida boa aquela que ofereça um mínimo de condição para que o indivíduo possa desenvolver o máximo de suas potencialidades, sejam elas viver, trabalhar e produzir.

O objetivo da cirurgia bariátrica em idosos está no controle de comorbidades, no aumento da sobrevida, na melhora da mobilidade na qualidade de vida (NASSIF, 2015).

Diante dos fatos, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura sobre a qualidade de vida dos pacientes idosos que realizaram a cirurgia bariátrica.

II. PROCEDIMENTOS

A revisão integrativa foi desenvolvida de acordo com a metodologia PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA, 2014). Foram adotados como critérios de elegibilidade estudos disponíveis eletronicamente na íntegra sobre idoso, cirurgia bariátrica e qualidade de vida publicados em português e em inglês no período de 2013 a 2017. Foram excluídas: publicações repetidas, teses, dissertações, cartas, editoriais, resumos de anais, trabalhos de conclusão de cursos, livros, estudos reflexivos, relatos de experiência e artigos que os participantes não eram idosos. Os critérios de inclusão foram artigos com indivíduos idosos, idade ≥ 60 anos, nos anos de 2013 a 2017, de ambos os sexos que passaram pelo procedimento de cirurgia bariátrica.

A busca dos estudos foi realizada por meio da Biblioteca Virtual em Saúde em três bases de dados, sendo estas, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde-Lilacs, e Scientific Electronic Library Online- Scielo e Pubmed (US National Library of Medicine), buscando artigo no período outubro de 2017. A estratégia de busca foi composta por termos pré-estabelecidos de acordo com os

Descritores Ciências da Saúde (DECS), utilizando a seguinte combinação de termos em português e inglês: “idoso AND cirurgia bariátrica AND qualidade de vida”; “elderly AND surgery bariatric AND quality of live”.

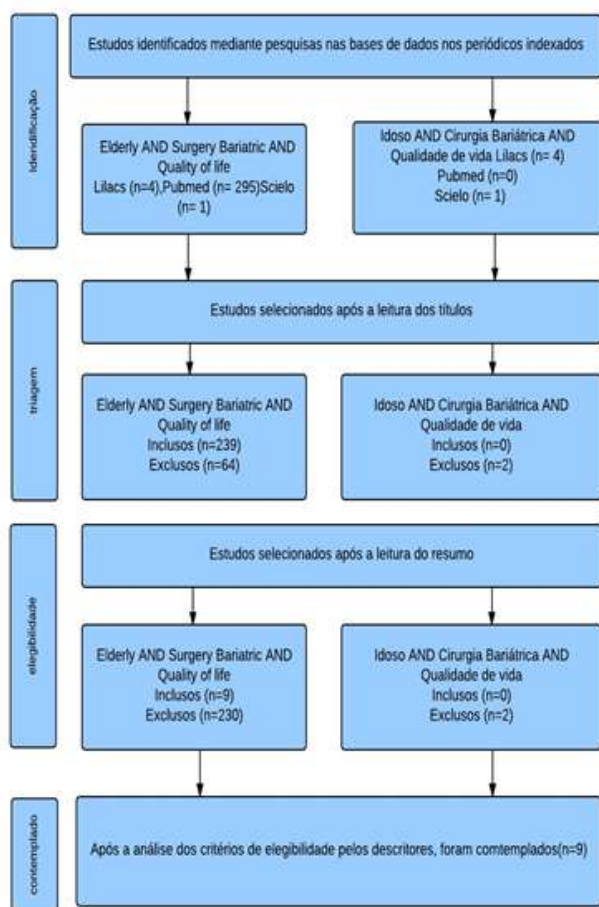
A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas, a primeira se deu pela leitura dos títulos, foram excluídos publicações repetidas, teses, dissertações, cartas, estudos reflexivos e relatos de experiência, em sequência a leitura dos resumos, selecionando apenas os estudos que atendessem os critérios de inclusão (pacientes com idade maior de 60 anos que realizaram a cirurgia bariátrica). Posteriormente foi realizada a segunda etapa que consistiu na análise dos estudos, através da leitura dos artigos, selecionados na íntegra, a fim de verificar os critérios de elegibilidade, para que o estudo fosse considerado contemplado.

III. RESULTADOS

A figura 1 apresenta o número de artigos selecionados por meio das buscas com os descritores nas bases de dados. Após combinar os descritores, foram identificados 305 artigos, dos anos de 2013 a 2017, nas bases de dados Lilacs, Pubmed e Scielo, foram excluídos 66 por serem duplicados.

Dos 239 artigos avaliados após leitura dos resumos, restaram apenas 9 artigos, 230 foram excluídos pois os pacientes tinham idade menor de 60 anos.

Figura 1 - Fluxograma de seleção de artigos nas bases de dados:



Fonte: Autores, 2017.

A comunidade médica recomenda o tratamento cirúrgico da obesidade depois que todos os métodos foram esgotados (IBGE, 2016). Os riscos para a cirurgia bariátrica

superam resultados benéficos para pacientes idosos. (MARIHART, BRUNT e GERACI, 2014).

As restrições de idade estão sendo eliminadas, devem ser levadas em conta as necessidades individuais para a escolha do tipo de cirurgia bariátrica (MARIHART, BRUNT, GERACI, 2014).

Embora a cirurgia bariátrica seja considerada como a abordagem mais eficaz até o momento (PAJEK, 2012), para a redução de peso em pacientes obesos e consequente melhora significativa na qualidade de vida (RIBEIRO, SANTOS, LOUREIRO, 2011), estudos sobre cirurgia bariátrica no paciente idoso, na literatura, ainda são escassos. Apesar disso, a procura desse procedimento por pacientes idosos com obesidade tem aumentado. Os critérios estabelecidos em 1991 pelo Instituto Nacional de Saúde norte americano (NIH), determinou a idade limite para a cirurgia bariátrica de 65 anos, ressaltando, apesar disso, que cada cirurgião ou equipe deveria avaliar individualmente pacientes mais velhos, considerando a relação risco/benefício de cada caso. O Brasil adotou e regulamentou por meio do Ministério da Saúde e Conselho Federal de Medicina (CFM, 2016) os mesmos critérios, limitando, entretanto, inicialmente aos 60 anos e, mais tarde, aos 65 anos, ressaltando que pacientes mais idosos devem ser avaliados, segundo o critério de risco/benefício. De acordo com o levantamento em banco de dados americanos, de 25.428 cirurgias bariátricas, verificou-se mortalidade de 3,2% na população idosa, contra 0,2 a 0,7% na população mais jovem. Em relação a efeitos adversos, 32,3% dos idosos apresentaram efeitos adversos, contra 21,6% nos mais jovens. Pacientes com idade entre 60 e 65 anos apresentam risco de morbimortalidade maior quando comparados com pacientes jovens. Pacientes com mais de 65 anos devem ser avaliados de forma mais criteriosa, a fim de determinar o real risco/benefício da cirurgia bariátrica (PAJEK, 2012).

De acordo com os estudos encontrados por Pajecki (2015), sobre pacientes idosos obesos que realizaram a cirurgia bariátrica, em seguimento de cinco anos, tiveram melhora na qualidade de vida após perda de peso devido ao controle total do diabetes mellito em 77% dos pacientes, e parcial em 23%. Houve melhora da hipertensão em 56% dos pacientes, aumento do HDL (56mg/dl para 68mg/dl) e redução dos triglicerídeos (136 mg/dl para 109mg/dl), desta forma, a melhora clínica das comorbidades e a redução ou ausência do uso das medicações estão associados à melhora na qualidade de vida.

Schroeder (2016) relata que em um estudo de coorte retrospectivo com quase 8 mil pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, a mortalidade por doenças incluindo cardiovasculares e câncer, diminuiu em 40% em relação ao grupo controle.

Após uma análise de banco de dados, afirma que com a evolução da técnica cirúrgica, a cirurgia bariátrica é uma opção segura e efetiva para a população mais velha, contanto que se faça uma seleção cuidadosa do paciente no pré-operatório (CAZZO *et al.*, 2017).

Os benefícios da cirurgia bariátrica incluem uma redução das comorbidades, risco de doença crônica e uso de medicação, juntamente com melhores resultados de mobilidade e qualidade de vida (MARIHART, BRUNT, GERACI, 2014).

Em relação à técnica cirúrgica mais utilizada nesses estudos foi o Bypass, técnica que consiste na redução de

parte do estômago e desvio de parte do intestino, segundo Barros e Nassif (2015), o procedimento proporciona perda de peso significativa e sustentada em longo prazo, em torno de 50%. O segundo tipo de cirurgia bariátrica mais realizada é a gastrectomia de manga laparoscópica (Sleeve), onde é ressecada a maior parte do corpo e do fundo do estômago, criando uma estrutura gástrica estreita, além de diminuir a ingestão de alimentos, reduz a secreção de grelina, hormônio que estimula o apetite, assim irá reduzir o apetite. (SCHROEDER, 2016). Vários autores publicaram seus bons resultados em relação à segurança e eficácia nos mais velhos (melhora da mobilidade, diminuição do uso de medicamentos).

No estudo comparativo entre idosos obesos com super obesos, os autores verificaram bons resultados no pós-operatório das cirurgias bariátricas, importante perda de peso, redução de comorbidades e melhor qualidade de vida, com um aumento de 5 a 10 anos de sobrevivência (MCGCLONE *et al.*, 2015)

Em relação ao perfil dos pacientes operados, no estudo de Pajacki (2015), a média de idade foi de 64 anos, sendo 75% do sexo feminino e o IMC médio foi de 49,6 kg/m²

Com a perda de peso, as condições de saúde afetadas pela obesidade melhoram rapidamente, como o Diabetes tipo 2, pressão alta, colesterol elevado, artrite, apneia do sono entre outras (BUSHWALD, OIEN, 2013).

Neste contexto de acordo Bchir (2013) não há um método perfeito para avaliar a qualidade de vida, há, entretanto, evidências convincentes de que pessoas idosas obesas relatam má qualidade de vida, incluindo deficiência de função física, aumento de dor corporal e falta de vitalidade (BCHIR, 2013).

IV. CONCLUSÃO

Pode ser observado melhora da qualidade de vida, dos idosos obesos que realizaram a cirurgia bariátrica com relação à perda de peso, em relação à melhora da mobilidade e das comorbidades, porém esses pacientes com mais de 65 anos devem ser avaliados criteriosamente a fim de reduzir a morbimortalidade no pós-operatório.

Com o presente estudo foi possível verificar que se faz necessário o desenvolvimento de políticas públicas relacionadas à prevenção e o controle da obesidade, assim como o controle dos fatores a elas associados. Nesse contexto, a elaboração e execução de programas de promoção de atividades físicas, práticas alimentares e comportamentais para a população idosa, devem ser incluídas nas redes de atenção primária com foco na promoção da saúde do contexto da interdisciplinaridade.

V. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Capes pelas bolsas de estudos fornecidas aos alunos do mestrado.

VI. REFERÊNCIAS

(SBCBM) **SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA** [homepage na internet]. Obesidade; tratamento cirúrgico [acesso em 5 out 2017]. Disponível em: <http://www.sbcm.org.br/wordpress/tratamento-cirurgico/cirurgia-laparoscopica>, 2014.

(SBCBM) **SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA**, <https://www.sbcm.org.br/2017>. Acessado em dezembro de 17

(WHO) **WORLD GASTROENTEROLOGY ORGANIZATION GLOBAL GUIDELINE**, 2011[homepage na internet]. Obesidade. [Acesso em 5 out 2017]. Disponível em: <http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/obesity-portuguese-2011.pdf>

ABESO. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA**. Diretrizes Brasileiras de obesidade. ABESO; 2016. Disponível em: <http://www.abeso.org.br/> Acesso em 13 de janeiro de 2018.

AKAMINE AM, Ilias EJ. Por que avaliação e preparo psicológicos são necessários para o paciente candidato à cirurgia bariátrica? **Revista da Associação Médica Brasileira**. 2013; 316-317.

BCHIR, Han Mb *et al.* **Obesity and weight management in the elderly: A focus on men**. Elsevier, Manchester, United Kingdom, p.509-525, 2013.

BUSETTO, Luca *et al.* **Safety and Efficacy of Laparoscopic Adjustable Gastric Banding in the Elderly**. Obesity |, Padova, Italy, p.334-338, 2008.

CAZZO, Everton *et al.* Bariatric surgery in the elderly: A narrative review. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, p.787-792, 2017.

CDC- **CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION**. HYATTSVILLE, MD: Centro Nacional de Estatísticas de Saúde [homepage na internet] Depression and Obesity in the U.S. Adult Household Population, 2005–2010-2016 [acesso em 5 out 2017]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/nchs/data/databriefs/db167.htm>

CETIN, Derrick; NASR, Gaele. Obesity in the elderly: More complicated than you think. **Cleveland Clinic Journal Of Medicine**, Cleveland, p.51-61, 2014

CHAGAS, Marina Oliveira; NEVES, Sônia Maria Mello. **Avaliação da qualidade de vida de pessoas com obesidade mórbida**. Estudos, Goiânia, p.465-479, 2015.

EISENBERG, Dan *et al.* **Systems innovation model: an integrated interdisciplinary team approach pre- and post-bariatric surgery at a veterans affairs (VA) medical center**. Elsevier, Stanford, p.600-607, 2017.

FREEDMAN DS. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC)**. Obesity - United States, <http://www.sbcm.org.br/wordpress/tratamento-cirurgico/cirurgia-laparoscopica>, 2014

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA** [homepage na internet] Pesquisa de orçamentos familiares (2008-2009). Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes de adultos no Brasil, 2010 [acesso em 08 ago 2017]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45419.pdf>

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro,

2016. Acesso em 6 dezembro 2017. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>

MARIHART, Cindy; BRUNT, Ardith; GERACI, Angela. **Older adults fighting obesity with bariatric surgery: Benefits, side effects, and outcomes.** Sage Open Medicine, North Dakota, p.1-8, 2014

MATHUS-VLIEGEN, Elisabeth. **Obesity and the Elderly.** Clinic Gastreterol, Amsterdam, p.533-544, 2012.

MCGLONE, Emma Rose *et al.* Super-Obesity in the Elderly: Is Bariatric Surgery Justified?: Super-Obesity in the Elderly: Is Bariatric Surgery Justified?. **Obesity Surgery, United Kingdom**, v. 25, p.1750-1755, 2015.

MCGLONE, Emma Rose *et al.* **Super-Obesity in the Elderly: Is Bariatric Surgery Justified?** Bariatric Surgery, New York, p.1750-1755, 2015.

MOHER, David *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS med**, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.

MUSELLA, Mario *et al.* **Bariatric surgery in elderly patients.** A comparison between gastric banding and sleeve gastrectomy with five years of follow up. Elsevier, Naples, Italy, p.69-72, 2014.

PAN. Nassif **Quando e por que operar idoso obeso.** Abcd Arq Bras Cir Dig.2015; 84-85.

PAJECKI, Denis *et al.* **Cirurgia Bariátrica Em Idosos: Resultados de Seguimento de Cinco Anos.** Abcd Arquivo Brasileiro Cirurgia Digestiva, São Paulo, p.15-18, 2015.

PAJECKI, Denis *et al.* **Functional Assessment of Older Obese Patients Candidates For Bariatric Surgery.** Arquivos de Gastroenterologia, São Paulo, p.25-28, 2014.

PAJECKI, Denis, Santo MA. **Cirurgia Bariátrica no Idoso: um Novo Paradigma.** Abeso, 2012; 7-9.

QUEBBEMANN, Brian *et al.* **Bariatric surgery in patients older than 65 years is safe and effective.** Elsevier, Orange County, California, p.389-392, 2005.

RUFINO Netto A. **Qualidade de vida: compromisso histórico da epidemiologia**, pp.11-18. In MFL Lima e Costa & RP Sousa (orgs.). *Qualidade de Vida: Compromisso Histórico da Epidemiologia.* Coopmed/ Abrasco, Belo Horizonte, 1994.

RIBEIRO GA, Santos JE, Loureiro SR. Perfil Psicológico de Mulheres e a Cirurgia Bariátrica: Estudo Exploratório. **Revista Interamericana de Psicologia.** 2011; 45:169-176.

SANTOS RR. Obesidade em idosos. **Revista Médica de Minas Gerais.**2013; 64-73.

SCHROEDER, Robin *et al.* **Treatment of Adult Obesity with Bariatric Surgery.** American Family Physician, New Jersey, p.1-7, 2016

WHO- World Health Organization. 147. World Health Organization. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry.** Geneva; 2000. (WHO – Technical Report Series, 894).

VII. COPYRIGHT

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

Submetido em:12/03/2018

Aprovado em: 24/03/2018

RECUPERAÇÃO DE SOLO SÓDICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE GESSO E LÂMINA DE LIXIVIAÇÃO

RECOVERY OF SODIUM SOIL SUBMITTED TO THE APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF PLASTER AND LEAF OF LIVING

RUY DE CARVALHO ROCHA¹; WILLIAM RALF SANTOS COSTA¹; PEDRO HENRIQUE MÁXIMO DE SOUZA CARVALHO¹; ROBERTO CASTRO NASCIMENTO²; JOÃO VITOR MÁXIMO DE SOUZA CARVALHO³

1 – UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO BAIANO – UFRB; 3 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS

ruycarvalhorocha@gmail.com; ralfw20@gmail.com; pedrocarvalho2008@hotmail.com; rcnjua@hotmail.com; joao99.9@hotmail.com

Resumo – A crescente demanda por maiores produções e a utilização intensa dos solos, vem causando a sodificação, devido ao excesso de fertilizantes e o inadequado manejo da irrigação. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de gesso na recuperação de solo salino-sódico, no vale do São Francisco. O delineamento experimental utilizado foi DBC, sendo cinco dosagens (0%, 50%, 100%, 150% e 200%), e quatro blocos, sendo cada tubo de PVC uma unidade experimental. É possível observar que o gesso aumenta a permeabilidade da água e a redução da salinidade em solo sódico. Aplicações de gesso seguidas de lâminas de lixiviação em solo sódico podem promover uma maior remoção de sais solúveis e uma neutralização do pH do solo, tendo como a melhor dosagem a de 150 % de gesso.

Palavras-chave: Salinidade. Sodicidade. Necessidade de gesso.

Abstract - The growing demand for higher yields and intensive use of soils has led to sodification due to excessive fertilizer and inadequate irrigation management. Thus, the present work had as objective to evaluate the effects of different doses of gypsum in the recovery of saline-sodic soil, in the São Francisco valley. The experimental design was DBC, with five dosages (0%, 50%, 100%, 150% and 200%), and four blocks, each PVC tube being an experimental unit. It is possible to observe that gypsum increases the permeability of water and the reduction of salinity in sodium soil. Gypsum applications followed by leaching slides in sodium soil may promote greater removal of soluble salts and a neutralization of soil pH, with the best dosage being 150% of gypsum.

Keywords: Salinity. Sodicity. Need for plaster.

I. INTRODUÇÃO

No mundo, o crescimento populacional vem ocasionando, a cada dia, o aumento da procura de alimentos pela população. Com a necessidade de uma produção maior de alimentos para suprir as necessidades da humanidade, a utilização de sistemas de irrigação nas regiões áridas e semiáridas vem proporcionando a ampliação das áreas agricultáveis em todo o planeta (MACHADO, 2007).

A junção dos sais provenientes das ações naturais tais como o intemperismo de materiais de origem associados as ações antrópicas fazem com que grandes quantidades de solos no mundo sejam salinizados (CARVALHO, 2016).

Sendo que nas regiões aonde as irrigações são intensivas, com o intuito de aumentar a produção das culturas, está associada a técnica de fertirrigação, no entanto, pode elevar o risco de salinização dos solos, principalmente pelo manejo inadequado (SILVA, 2016). Comprometendo a sobrevivência das espécies vegetais, embora apresentem ampla faixa de tolerância ao estresse salino, onde se destacam dois grandes grupos: as glicófitas e as halófitas. Sendo que as glicófitas apresentam menor tolerância a salinidade, já as halófitas são caracterizadas pela sua alta tolerância a salinidade, sobrevivendo e reproduzindo nesses ambientes (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

O manejo do solo pode influenciar as taxas de erosão hídrica dependendo da maior ou menor exposição do solo. Com exposição do solo tende a ocorrer a degradação da estrutura, perdas de solo, água e nutrientes diminuindo a fertilidade o que acarreta sérios danos ao setor agropecuário (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Solos de regiões áridas e semiáridas podem apresentar acúmulo de sais e sódio trocável em níveis prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, sendo a causa natural, à baixa precipitação pluviométrica e a alta taxa de evaporação que promove a acumulação no solo, como também por processos antrópicos de salinização e sodificação, em consequência do manejo inadequado da irrigação (PEDROTTI *et al.*, 2015). Em excesso, os sais prejudicam o crescimento das plantas, em virtude dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo. Por outro lado, o sódio trocável promove a degradação de algumas propriedades físicas do solo, reduzindo a infiltração da água e, consequentemente, dificultando o crescimento dos vegetais (FREIRE *et al.*, 2003).

A recuperação dos solos salinos, salino-sódicos e sódicos tem, como principal objetivo, a diminuição da concentração dos sais solúveis e do sódio trocável no perfil do solo, deixando-o apto para a agricultura. A salinidade do solo pode ser reduzida através do processo de solubilização e lixiviação dos sais ao longo do perfil do solo, já a diminuição da sodicidade requer a substituição do sódio trocável pelo cálcio e que o produto dessa reação seja removido da zona radicular, por lixiviação (BARROS *et al.*, 2004).

Vários corretivos podem ser utilizados na recuperação de solos com excesso de sódio trocável, como gesso, enxofre, sulfato de alumínio, cloreto de cálcio e ácido sulfúrico; entretanto, o gesso é o produto mais comumente usado em razão do seu baixo custo e abundância com que é encontrado na maior parte do mundo. A eficiência do gesso depende de sua dissolução, a qual é influenciada por diversos fatores, principalmente pela forma de aplicação e pela granulometria do corretivo. Sua aplicação reduz a salinidade e sodicidade do solo (SÁ *et al.*, 2015).

A quantidade de gesso necessária para reduzir a percentagem de sódio trocável dos solos pode ser determinada por um teste de laboratório envolvendo o equilíbrio entre o solo e uma solução saturada de gesso (BARROS *et al.*, 2005). Sendo que a recuperação de solos com alta salinidade e alcalinidade requer o uso de produtos que possa reduzir o pH e diminuam os teores de Na trocável, para melhorar a sua fertilidade do solo (ARAÚJO *et al.*, 2015). Contudo, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes doses de gesso na recuperação de solo salino-sódico, no vale do São Francisco.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de hidráulica, irrigação e drenagem - HIDREN do Departamento Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS III, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, no ano de 2017, no município de Juazeiro-BA, com coordenadas geográficas de 09° 24' 50" latitude Sul e 40° 30' 10" longitude Oeste, com altitude em torno de 368 m. O clima local é do tipo BSw, semiárido, de acordo com Köppen, com a precipitação média anual de 540 mm, sendo a temperatura média anual de 26,7 °C, a mínima de 20,9 °C e a máxima de 32,6 °C, com a temperatura do mês mais quente 34 °C (outubro-novembro) e do mês mais frio 18,6 °C (julho) (TEIXEIRA, 2010).

O solo utilizado no experimento foi coletado no município de Casa Nova – BA, sendo este retirado de uma profundidade de 0 - 10 cm, e com auxílio de um anel volumétrico foi retirando uma amostra indeformada para determinação das análises: densidade do solo, densidade aparente e porosidade total do solo. Em seguida o solo foi seco ao ar e posteriormente passado em peneira de 2 mm de malha e depositados em tubos de PVC, tendo-se o cuidado de manter a densidade real do solo, com uma altura de 17 cm, em uma coluna de PVC de 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, tendo em sua base, um sistema de drenagem para promover a lixiviação.

A análise química do solo foi realizada no laboratório de solos da UNEB/DTCS, como pode ser visto na tabela 1.

Com base nos resultados da análise determinou-se a necessidade de gesso a ser aplicado, utilizando formula abaixo.

$$Dt = \left[\frac{[(PSTi - PSTf) \cdot CTC \cdot PEq \cdot h \cdot ds]}{100} \right] \cdot C \quad (1)$$

Onde:

Dt = dose prática de corretivo em kg ha⁻¹;

PSTi = percentagem de Na trocável atual;

PSTf = percentagem de Na trocável desejável;

CTC = capacidade de troca de cátions (cmolc kg⁻¹);

PEq = peso equivalente do elemento ou composto usado como corretivo;

h = profundidade do solo que se deseja recuperar (cm);

ds = densidade do solo (kg dm⁻³);

C = coeficiente de correção (C = 1,25).

Tabela 1 - Análise de solo da amostra retirada na profundidade de 0 – 10 cm

Complexo Sortivo (cmol _c dm ⁻³ de TFSA)							
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H+Al ³⁺	T
14,4	3,4	1,3	3,6	22,7	0	0,2	22,9
pH	V	100Na ⁺	P	Densidade		VTP	CE
H ₂ O	(%)	T	(mg dm ⁻³)	Ds	Dp	(cm ³ 100cm ⁻³)	(dS m ⁻¹)
8,2	99,3	15,8	162,0	1,8	2,4	32,0	1,7

Em seguida, o gesso foi incorporado na camada superficial de 0 a 3 cm, e incubado por 48 horas, para tal, foi adicionado uma lâmina de água destilada, necessária para que o solo pode-se manter a umidade em capacidade de campo, a lâmina de água aplicada foi calculada com base na porosidade total. Após o período incubação, foram aplicadas sete lâminas de água em intervalos de quatro dias, para saturar e lixiviar, onde a solução da lixiviação foi coletada e armazenada em sacos plástico e acondicionado em geladeira, para posteriormente ser avaliados.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, sendo cinco dosagens (0%, 50%, 100%, 150% e 200%), e quatro blocos, sendo cada tubo de PVC uma unidade experimental.

Aos 50 dias, foram avaliadas condutividade elétrica e pH das soluções lixiviadas, com auxílio de condutivímetro e pHmetro, respectivamente. Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão pelo software Assistat®, versão 7.7. Se significativos (* teste F, p < 0,05; ** teste F, p < 0,01), foram ajustados a modelos de regressão, de acordo com os coeficientes de determinação.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de regressão referente à variável condutividade elétrica (CE) e pH das soluções lixiviadas podem ser observadas na tabela 2 e 3.

Tabela 2 - análise de regressão da condutividade elétrica para diferentes dosagens de gesso em função das lâminas aplicadas

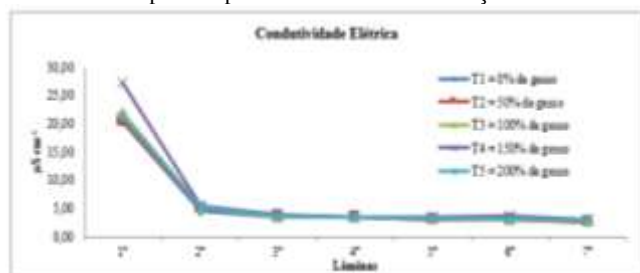
Lâminas	CV (%)	R ²	r	Regressão
1°	13,55	0,88	0,93	y = 20,668785 - 0,123513x + 0,002390x ² - 0,000008x ³
2°	6,46	0,66	0,81	y = 4,7515 + 0,003055x
3°	5,70	ns	ns	Ns
4°	3,61	0,74	0,86	y = 3,384464 - 0,00013274x + 0,00000264x ²
5°	7,49	0,65	0,80	y = 3,0005 + 0,002185x
6°	11,73	0,87	0,93	y = 2,9473 - 0,0142136x
7°	6,90	0,87	0,93	y = 2,5955 + 0,0196x

Tabela 3- análise de regressão de pH para diferentes dosagens de gesso em função das lâminas aplicadas

Lâminas	CV (%)	R ²	r	Regressão
1°	1,01	0,93	0,96	$y = 8,374678 + 0,00006369x - 0,00000271x^2$
2°	7,17	0,92	0,96	$y = 8,1507 - 0,028053x$
3°	5,25	ns	ns	ns
4°	3,92	0,74	0,86	$y = 8,471 - 0,02385x$
5°	1,49	0,72	0,84	$y = 8,46342857 + 0,00323786x - 0,00001821x^2$
6°	1,43	0,40	0,66	$y = 8,5325 - 0,000815x$
7°	1,62	0,98	0,99	$y = 8,40446429 + 0,00502560x - 0,00010236x^2$

Os resultados máximos e mínimos obtidos da CE nas soluções drenadas do solo (Figura 1), pela primeira lâmina, foram de 27,33 e 20,35 $\mu\text{S cm}^{-1}$, para os níveis de necessidade de gesso aplicado em 150% e 50%, respectivamente. É possível observar que a dosagem de 150% de gesso proporcionou uma maior lixiviação de sais do solo, em termos de valor absoluto, se diferenciando significativamente em nível de 1% de probabilidade em relação à testemunha e da dosagem 50% de gesso. Este efeito pode ser atribuído ao equilíbrio químico estabelecido entre a fração sólida e a líquida do solo, onde após a incorporação do gesso e aplicação de lâmina de lixiviação contribuiu para a substituição do sódio do complexo de troca pelo cálcio proveniente do gesso, aumentando a condutividade hidráulica saturada o que, em consequência, promoveu uma maior remoção de sais solúveis para a água de drenagem. Os resultados encontrados corroboram aos de Gheyi *et al.* (1995), que identificaram a eficiência do gesso no aumento da permeabilidade da água e redução da salinidade em um solo salino-sódico do Perímetro Irrigado de Sumé na Paraíba, Brasil.

Figura 1 - Curva das diferentes doses de gesso em função da lâmina aplicada para a variável CE da solução drenada



Fonte: Autores, 2017.

É possível observar na tabela 4, que houve diferença significativa em nível de 1%, entre as dosagens de gesso para CE, nas soluções drenadas na primeira e segunda lâmina de irrigação, com volume de água correspondente ao volume de poros. Os volumes da solução coletada a partir da 3ª lâmina não diferiram significativamente entre si, indicando que independente da dosagem aplicada, o mesmo não possui efeito residual na solubilização dos sais. Resultados semelhantes foram encontrados por Filho *et al.* (2012), trabalhando com diferentes tipos de solo e dosagens

de gesso, onde as dosagens testadas não diferiram significativamente entre si, para o volume de água aplicado de três vezes o volume de poros, o que corresponde à terceira lâmina de água aplicada nesta pesquisa.

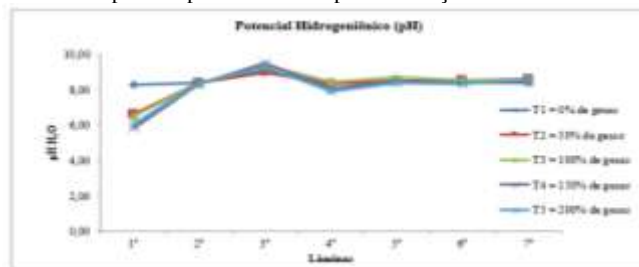
Tabela 4 - Valores médios dos tratamentos em função das lâminas de água para a variável Condutividade Elétrica

Tratamentos	Lâminas						
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
T1	20,42 b	4,58 b	3,44	3,39	2,99	2,92	2,63
T2	20,35 b	5,04 ab	3,63	3,36	3,03	2,87	2,62
T3	22,00 ab	5,10 ab	3,52	3,43	3,24	3,03	2,77
T4	27,33 a	5,39 a	3,76	3,40	3,52	3,68	2,96
T5	21,25 ab	5,17 ab	3,69	3,48	3,29	3,17	2,95

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si.

Os resultados máximos e mínimos obtidos de pH nas soluções drenadas do solo (Figura 2), pela primeira lâmina, foram de 8,27 e 5,86, para os níveis de necessidade de gesso aplicado em 0% (testemunha) e 150%, respectivamente. É possível observar que com exceção da testemunha que possuiu um pH elevado, os demais tratamentos obtiveram pH ácidos, possivelmente, o gesso favoreceu a troca catiônica do sódio por cálcio, onde parte desse reagiu com o sulfato do gesso e outra com as hidroxilas do solo, em seguida sendo lixiviados na forma de sulfato de sódio e hidróxido de sódio, ambos bastante solúveis.

Figura 2- Curva das diferentes doses de gesso em função da lâmina aplicada para a variável pH da solução drenada



Fonte: Autores, 2017.

Os volumes da solução coletada a partir da 2ª lâmina não diferiram significativamente entre si, indicando que houve precipitação dos carbonatos de sódio existentes e estes foram lixiviados, resultando no aumento do pH das soluções drenadas. Segundo Carvalho, (2016) e Gomes *et al.* (2000), a aplicação de gesso em solos sódicos tem a finalidade de transformar em sulfatos parte dos carbonatos de sódio do solo e deslocar o sódio adsorvido ao complexo de troca. Desta forma, não havendo carbonato de sódio no solo nem sódio adsorvido para sofrer hidrólise, o pH se mantém abaixo da neutralidade.

Tabela 5 - Valores médios dos tratamentos em função das lâminas de água para a variável pH

Tratamentos	Lâminas						
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
T1	8,27 a	8,37	9,07	8,39	8,48	8,45	8,40
T2	6,61 b	8,38	8,98	8,34	8,51	8,54	8,58
T3	6,55 b	8,34	9,38	8,42	8,68	8,54	8,54
T4	5,86 b	8,33	9,52	8,07	8,49	8,38	8,43
T5	6,07 b	8,39	9,31	7,93	8,39	8,33	8,62

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si.

IV. CONCLUSÃO

Aplicações de gesso seguidas de lâminas de lixiviação em solo sódico, promove uma maior remoção de sais solúveis e uma neutralização do pH do solo, tendo como a melhor dosagem a de 150% de gesso.

V. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L.; SEVERO, P. J. da S.; LUCENA, F. T. C.; VERIATO, R. G.; PAIVA, K. F. de. Enxofre elementar ou sulfato de cálcio para remediação de solos salino-sódicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 388-396, out./dez. 2015.

BARROS, M. de F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V., V. H.; RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.59-64, 2004.

BARROS, M. de F. C.; SANTOS, P. M. dos; SILVA, A. J. Recuperação de solo afetado por sais usando água de qualidade inferior. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 310 - 313, 2005.

CARVALHO, D. V de. **Avaliação da tolerância de poáceas (gramíneas) a elevadas concentrações de sais em diferentes tempos de detenção hidráulico**. 2016. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

FILHO, A. N. T.; BARROS, M. de F. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, Ê. F. de F. e. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino-sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 247-252, 2012.

FREIRE, M. B. G. dos S.; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A.; V. V. H. A.; FREIRE, F. J. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 45 - 52, 2003.

GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C.; BATISTA, M. A. F.; SANTOS, J. G. R. Comparação de métodos na recuperação de solo salino sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.173- 178, 1995.

GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, Ê. F. de F. e. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, p. 355 - 361, 2000.

MACHADO, R. Efeito da salinidade em característica físico-hídricas em solos salino-sodilizados no Perímetro irrigados de Jabiberi – SE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 1, p. 15 – 19, 2007.

NASCIMENTO, C. W. A.; SOUZA JUNIOR, V. S.; FREIRE, M. B. G. S.; RODRIGUES, E. R. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa - MG: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 2015. 1. ed. v. IX. 290p.

OLIVEIRA, J. G. R. de; BARBOSA, G. M. de C.; FILHO, J. T.; TORRES, E. C. Perda de Solo e Água e Riscos Ambientais da Concentração de Nutrientes no Escoamento Superficial em Solo Cultivado no Sistema de Plantio Direto e Submetido a Adubações Orgânicas e Mineral. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n. 01, p. 093-112, 2015.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R.M.; RAMOS, V.C.; PRATA, A. P. DO N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P.B. DOS. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maira**, v.19, (2), mai-ago., p.1308-1324, 2015.

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F. de. BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga, Botucatu**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.

SILVA, J. L. de A. **Desempenho de equações de lavagem para recuperação de solo salinizado por excesso de fertilizantes em ambiente protegido**. 54 p. 2016. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2016.

TEIXEIRA, A. H. C. **Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Série Documentos - Embrapa Semiárido, 2010 21p.

VI. COPYRIGHT

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

Submetido em: 07/02/2018

Aprovado em: 24/03/2018

Área: Ciências Exatas e Engenharias

1-1	APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ANALÍTICA A PARTIR DE CONVERSÕES DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COM EXPLORAÇÃO DOS TEMAS: PONTO, RETA E CIRCUNFERÊNCIA COM O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO MÉDIO ANALYTICAL GEOMETRY LEARNING FROM CONVERSIONS OF RECORDS OF SEMIOTIC REPRESENTATION: EXPLORING THEMES: POINT, STRAIGHT AND CIRCUMFERENCE WITH THE USE OF GEOGEBRA IN MIDDLE SCHOOL Alysson Roberto Garcia Azevedo; Nilomar Vieira De Oliveira; Manoel Socorro Santos Azevedo; Catarine Vieira Gamboa
3-1	EMPREGANDO MODELOS MATEMÁTICOS PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO DOS MICROORGANISMOS DURANTE A BIORREMEDIAÇÃO EM SOLO CONTAMINADO POR GASOLINA EMPLOYING MATHEMATICAL MODELS TO EVALUATE THE MICROORGANISMS BEHAVIOUR DURING THE BIORREMEDICATION IN SOIL CONTAMINATED BY GASOLINE Júlio César Penereiro; Mariane Souza Reis; Denise Helena Lombardo Ferreira
3-5	PROCESSES FOR THE MANUFACTURE OF ANIMAL MEAL BY MECHANICAL PROCEDURES PROCESSOS PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA ANIMAL POR MEIO DE PROCEDIMENTOS MECÂNICOS Matheus Silva Da Rosa; Nattan Roberto Caetano; Mauro Menegas; Ana Cristina Ruoso; Vitória Farina Azzolin
3-8	USO DO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA PARA MINIMIZAÇÃO DE DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO USE OF PRODUCTIVITY LEVEL AND EFFICIENCY FOR MINIMIZING WASTE FROM MANUFACTURE RUBBER: A CASE STUDY Gabriela Zucchetti Kessler; Liane Mahlmann Kipper; Flávia Luana Da Silva; André Luiz Emmel Silva; Henrique Schwemgber

APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ANALÍTICA A PARTIR DE CONVERSÕES DE REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COM EXPLORAÇÃO DOS TEMAS: PONTO, RETA E CIRCUNFERÊNCIA COM O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO MÉDIO

ANALYTICAL GEOMETRY LEARNING FROM CONVERSIONS OF RECORDS OF SEMIOTIC REPRESENTATION: EXPLORING THEMES: POINT, STRAIGHT AND CIRCUMFERENCE WITH THE USE OF GEOGEBRA IN MIDDLE SCHOOL

ALYSSON ROBERTO GARCIA AZEVEDO¹; NILOMAR VIEIRA DE OLIVEIRA²; MANOEL SOCORRO
SANTOS AZEVEDO³; CATARINE VIEIRA GAMBOA⁴

1; 2 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS; 3; 4 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO AMAZONAS
roberto.alysson@yahoo.com.br; nilomar@gmail.com; manolazevedo@yahoo.com.br; catarinegamboa@hotmail.com

Resumo - A constatação das dificuldades apresentadas pelos alunos no 3º ano Ensino Médio na disciplina Matemática e a investigação por uma prática diferenciada e dinâmica com o objetivo de melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem de tópicos da Geometria Analítica especialmente, Ponto, Reta e Circunferência foram as principais motivações deste estudo. O principal objetivo deste artigo é analisar como a coordenação de diferentes registros de representação semiótica são utilizados pelos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica no Ensino Médio, a partir de uma sequência didática com o uso do GeoGebra. A experiência didática foi realizada com 18 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual do município de Manaus, AM. O percurso metodológico deste trabalho foi desenvolvido com base nas etapas da metodologia da engenharia didática idealizada por Michèle Artigue. A partir da análise dos resultados que foram obtidos após a aplicação da sequência das atividades, constatou-se que ao utilizar o software GeoGebra, uma melhor compreensão e interpretação dos conceitos de Geometria Analítica no Ensino Médio representando uma metodologia importante no processo de ensino-aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Geometria Analítica. Registro de Representação Semiótica. GeoGebra.

Abstract - The analysis of the difficulties presented by the students in the 3rd year of High School in Mathematics and the research by a differentiated and dynamic practice with the objective of improving the quality of the teaching-learning process of topics of Analytical Geometry especially, Point, Straight and Circumference were the main motivations of this study. The main objective of this research is to analyze how the coordination of different registers favor the improvement of the process of teaching and learning of concepts of Analytical Geometry in High School, from a didactic sequence with the use of GeoGebra. The didactic experience was carried out with 18 students of the 3rd year of the High School of a school of the state network of the municipality of Manaus, AM. The methodological course of this work was developed based on the stages of didactic engineering methodology idealized by Michèle Artigue. From the analysis of the results that were obtained after the application of the sequence of activities, it was verified that

when using GeoGebra software, it made possible a better understanding and interpretation of the concepts of Analytical Geometry in High School, representing an important methodology in the teaching-learning of Mathematics.

Keywords: Analytical Geometry. Record of Semiotic Representation. GeoGebra.

I. INTRODUÇÃO

A Educação Matemática é uma área da qual o objeto de investigação é o processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Pesquisar sobre esses processos é de fundamental importância visto que se podem fazer reflexões sobre as diversas maneiras pelos quais eles são coordenados em sala de aula. A Geometria Analítica estabelecida como objeto de estudo no Ensino Médio e Superior trata das relações entre as equações algébricas e os objetos geométricos. Além disso, possui diversas aplicações em outras áreas do conhecimento: na Engenharia para a projeção para simulações de cenários virtuais; no Sistema de Posicionamento Global (GPS); nos sistemas de localização dos radares dos aeroportos e dos aviões; na Física em relação aos movimentos dos corpos em função do tempo; na Medicina nos exames por imagem e na Computação Gráfica para criação de jogos.

Ao lecionar no Ensino Médio das escolas públicas, regularmente, constata-se alunos com dificuldade no que se refere às noções do estudo de Geometria Analítica. Essa situação foi o marco determinante para busca de elementos que permitissem compreender melhor as questões relacionadas a este tema. Indicadores recentes das avaliações em larga escala como o SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e SADEAM (Sistema de Avaliação e Desempenho do Estado do Amazonas) comprovam a baixa qualidade do ensino nas escolas públicas em relação ao campo da Geometria.

Em 2015 o Sistema de Avaliação do Desempenho Educacional do Amazonas (SADEAM) divulgou o resultado

de 593 estudantes do 3º ano da escola onde foi realizada a pesquisa, na prova de matemática com 49,6 % abaixo do Básico, 34,1 % no Básico, 13,5 % Proficiente e 2,9 % Avançado. Vê-se claramente que o ensino e a aprendizagem de Matemática neste quadro estão comprometendo, em parte, diretamente os conhecimentos em outras disciplinas nas áreas de exatas em particular a Física e Química no Ensino Médio. A partir desses fatores, foi estabelecido como tema de investigação da pesquisa: a compreensão de conceitos e propriedades da Geometria Analítica no Ensino Médio utilizando o *software* GeoGebra.

Este trabalho foi desenvolvido a partir da constatação, na prática docente, das dificuldades apresentadas por muitos alunos do 3º ano do Ensino Médio na compreensão dos conceitos da Geometria Analítica. As dificuldades reveladas pelos alunos na compreensão de conceitos e propriedades matemáticas vem sendo descritos por avaliações sistemáticas.

O objetivo deste trabalho é analisar como a coordenação de diferentes registros de representação semiótica são utilizados pelos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica no Ensino Médio, a partir de uma sequência didática com o uso do GeoGebra.

A Geometria Analítica não se limita simplesmente em aplicar conceitos de uma área em outra. Munhoz (1999) aponta que a Geometria Analítica possibilita uma interação entre a geometria e a álgebra intermediado pela língua natural. Desta maneira, seja qual for o problema sugerido em Geometria Analítica poderá ser interpretado de forma geométrica e algebricamente.

O presente trabalho surge como elemento alternativo para reflexões e de contribuição para novas estratégias de ensino e aprendizagem visando a compreensão de conteúdos abordados em Geometria Analítica no Ensino Médio.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2006) afirmam que: o ensino de Geometria Analítica possibilita a articulação entre a geometria e a álgebra, o professor deve trabalhar a compreensão de figuras geométricas, por meio de equações, e a compreensão de equações, por meio de figuras geométricas. Devendo ser abandonadas as apresentações de equações sem explicações estabelecidas pelo raciocínio lógico, evitando a memorização de fórmulas. Evidencia-se a necessidade da utilização de diferentes Registros de Representação Semiótica (gráfico e algébrico) e o desenvolvimento de atividades didáticas que favoreçam a articulação e a conversão entre esses registros.

Os conteúdos relacionados à Geometria Analítica, são abordados geralmente no 3º ano do Ensino Médio, e de acordo com os PCN+ (BRASIL, 2002),

“A unidade Geometria Analítica tem como função tratar algebricamente as propriedades e os elementos geométricos. O aluno do ensino médio terá a oportunidade de conhecer essa forma de pensar que transforma problemas geométricos na resolução de equações, sistemas ou inequações (BRASIL, 2002, p. 121).”

São propostos também segundo os PCN+, os conteúdos e habilidades para cada unidade temática referente ao estudo de Geometria. Em relação à Geometria Analítica, são descritas as seguintes recomendações:

Geometria Analítica: representações no plano cartesiano e equações; inequações e posições relativas de figuras.

- Interpretar e fazer uso de modelos para a resolução de problemas geométricos.
- Reconhecer que uma mesma situação pode ser tratada com diferentes instrumentais matemáticos, de acordo com suas características.
- Associar situações e problemas geométricos a suas correspondentes formas algébricas e representações gráficas e vice-versa.
- Construir uma visão sistemática das diferentes linguagens e campos de estudo da Matemática, estabelecendo conexões entre eles (BRASIL, 2002, p. 122).

De acordo com a Proposta Curricular de Matemática para o Ensino Médio da Secretaria de Estado de Educação do Amazonas (AMAZONAS, 2012, p. 36), enfatiza que “o trabalho com a Geometria Analítica deve permitir a articulação entre geometria e álgebra”. E sugere para que essa conexão seja significativa, o professor deve trabalhar nos dois sentidos: a compreensão de figuras geométricas via equações e a compreensão de equações via figuras geométricas. O significado e as relações entre os coeficientes de duas retas devem ser analisados pelos estudantes. O estudo das cônicas deve ser abordado apresentando sua importância em diversos contextos e evitando a memorização excessiva de fórmulas (AMAZONAS, 2012).

As orientações curriculares para o Ensino Médio fazem referência ao uso recursos tecnológicos (*softwares*) e as principais características dos programas de computador:

Já se pensando na Tecnologia para a Matemática, há programas de computador (*softwares*) nos quais os alunos podem explorar e construir diferentes conceitos matemáticos, referidos a seguir como programas de expressão. Os programas de expressão apresentam recursos que provocam, de forma muito natural, o processo que caracteriza o “pensar matematicamente”, ou seja, os alunos fazem experimentos, testam hipóteses, esboçam conjecturas, criam estratégias para resolver problemas. São características desses programas: a) conter um certo domínio de saber matemático – a sua base de conhecimento; b) oferecer diferentes representações para um mesmo objeto matemático – numérica, algébrica, geométrica; c) possibilitar a expansão de sua base de conhecimento por meio de macroconstruções; d) permitir a manipulação de objetos que estão na tela (BRASIL, 2006, p. 88).

No que diz respeito sobre o aprendizado da geometria, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, Brasil (2006) apontam que há programas que dispõe de régua e compasso virtuais e com menu de construção em linguagem clássica da geometria. Realizada uma construção, pode-se aplicar movimento a seus elementos, sendo preservadas as relações geométricas, por esse motivo são denominados programas de geometria dinâmica.

Nesse contexto, os PCNEM propõem o uso de *softwares* de geometria dinâmica e aponta algumas possibilidades didáticas para o estudo da Geometria.

As representações semióticas são fundamentais para a construção do conhecimento matemático, uma vez que, “[...] é através das representações semióticas, que se torna possível efetuar funções cognitivas essenciais do

pensamento humano” (DAMM, 2015, p. 177). Almouloud (2010, p. 72) aponta que: “falar de registros é colocar em jogo o problema da aprendizagem e dar ao professor um meio que poderá ajudá-lo a tornar mais acessível a compreensão da matemática”.

Duval (2012) define as representações semióticas da seguinte forma:

“As representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representações que tem inconvenientes próprios de significação e funcionamento. Uma figura geométrica, um enunciado em língua natural, uma fórmula algébrica, um gráfico são representações semióticas que exibem sistemas semióticos diferentes. [...] As representações não são somente necessárias para fins de comunicação, elas são igualmente essenciais à atividade cognitiva do pensamento (DUVAL, 2012, p. 269).”

A aprendizagem em Matemática possui características próprias, distintas das encontradas em outras áreas do conhecimento, e, consequentemente, a investigação das dificuldades encontradas pelos alunos precisa considerar tais aspectos. Em particular, os objetos matemáticos não são acessíveis de forma instantânea – apenas suas representações o são. Assim, os Registros de Representação Semiótica propiciam uma análise detalhada às recorrentes e essenciais conversões nas formas de Representações de objetos matemáticos e a importância destas conversões.

Duval (2003) define e particulariza a aprendizagem em Matemática,

“Na matemática, diferentemente dos outros domínios de conhecimento científico, os objetos não são jamais acessíveis perceptivamente ou instrumentalmente (microscópio, telescópio, aparelhos de medida, etc). O acesso aos objetos matemáticos passa necessariamente por representações semióticas (DUVAL, 2003, p. 21).”

De acordo com Machado (2003) a Teoria dos Registros de Representações Semióticas é um importante instrumento de pesquisa referentes à aquisição do conhecimento matemático e à organização de situações de aprendizagens desses conhecimentos.

Machado (2003) afirma que:

“A maneira matemática de raciocinar e de visualizar está intrinsecamente ligada à utilização das representações semióticas, e toda comunicação em Matemática se estabelece com base nessas representações. Assim, a abordagem cognitiva adotada por Duval, desenvolvida em estreita relação com o “funcionamento” matemático, no que ele tem de específico, torna sua teoria operatória, por excelência. (MACHADO, 2003, p. 8).”

Duval (2009) afirma que não se pode ter compreensão em matemáticas, se nós não distinguirmos um objeto de sua representação, considerando-se que para representar um mesmo objeto matemático podem ser utilizados diferentes registros de representações.

O autor reitera que: “o conteúdo de uma representação depende mais do registro de representação do que do objeto representado” (DUVAL, 2003, p. 22). Isto se justifica de acordo com Duval (2003): mudar de um registro de representação para outro não é somente trocar o modo de

tratamento, mas também explicar as propriedades e os aspectos diferentes de um mesmo objeto. Portanto, para a compreensão matemática, não é somente coordenar registros de representação, mas a partir das conversões de diferentes registros: explorar conceitos e propriedades dos objetos matemáticos.

Para Duval (2009), as representações semióticas são representações conscientes e externas ao mesmo tempo, pois elas permitem uma “visão do objeto” através da percepção de estímulos (pontos, traços, caracteres, sons...) tendo valor de “significante”. Há uma grande variedade de representações semióticas possíveis: figuras, esquemas, gráficos, expressões simbólicas, expressões linguísticas, etc.

Desta forma, os registros de representação semiótica tornam-se importantes por duas razões fundamentais:

“Primeiramente, há o fato de que as possibilidades de tratamento matemático – por exemplo, as operações de cálculo – dependem do sistema de representação utilizado. [...] A seguir, há o fato de que os objetos matemáticos, [...] não são diretamente perceptíveis ou observáveis com a ajuda de instrumentos (DUVAL, 2003, p. 14).”

Segundo Duval (2003), algumas questões passaram a ter uma abrangência e uma importância particulares com a exigência de uma maior formação matemática inicial para todos os alunos. Questões sobre: Como compreender as dificuldades dos alunos? Qual a natureza dessas dificuldades? E onde elas se encontram? As respostas para estas questões não podem ser restringidas somente ao campo matemático ou à sua história.

Para responder a estas questões, Duval (2003), afirma que é necessária uma abordagem cognitiva, já que o ensino da matemática na formação inicial, não tem o objetivo de formar futuros matemáticos, nem fornecer aos alunos instrumentos que só vão lhe ser úteis mais tarde, mas sim colaborar para o desenvolvimento geral de suas capacidades de raciocínio, de análise e de visualização.

Conforme Duval (2003), existem duas características no processo de compreensão em Matemática em relação aos conhecimento de outras áreas, a saber:

- A importância primordial das representações semióticas - É suficiente observar a história do desenvolvimento da matemática para ver que o desenvolvimento das representações semióticas foi uma condição essencial para a evolução do pensamento matemático. Além disso, existe o fato de que os objetos matemáticos não são diretamente perceptíveis ou observáveis, passam a existir por intermédio de suas representações semióticas.

- A grande variedade de representações semióticas utilizadas em matemática - como, por exemplo, os sistemas de numeração, as figuras geométricas, a escrita algébrica, os gráficos e a língua natural.

Para Duval (2003), a originalidade da atividade matemática está em mobilizar de forma simultânea, ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, ou na possibilidade de trocar a todo o momento de registro de representação. Na resolução de problemas, um registro pode aparecer privilegiado, no entanto, sempre deve existir a possibilidade de passar de um registro ao outro. O autor enfatiza que a compreensão em Matemática, pressupõe a coordenação de ao menos dois Registros de Representações Semióticas. Portanto, a possibilidade de mobilização de

diferentes registros de representações simultâneas que encontra-se a chave para a aprendizagem em Matemática.

III. MÉTODOS

O método de investigação utilizado nesta pesquisa, é de caráter qualitativo e exploratório, por meio de uma abordagem descritiva, mas evitando generalizações analíticas, dado ênfase a um Estudo de Caso. Desta forma, salienta Lüdke e André (2014):

“A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento, a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, pelo trabalho intensivo de campo (LÜDKE e ANDRÉ, 2014, p. 12).”

Desse modo, fundamenta-se uma pesquisa de natureza qualitativa em forma de estudo de caso, pois segundo Minayo (2012), permite trabalhar com o universo de significados, motivos, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos.

A área de estudo está situada na zona norte da cidade de Manaus-AM, o estudo foi desenvolvido na escola pública estadual de nível médio na zona distrital 6 da Secretaria de Estado de Educação do Amazonas: Aldeia do Conhecimento Prof.^a Ruth Prestes Gonçalves, e terá como sujeitos participantes, os professores da disciplina Matemática e os alunos do 3º. ano do Ensino Médio. Atualmente, a escola encontra-se funcionando na localizada na Av. Noel Nutels, Bairro Cidade Nova I. A estrutura física da Escola é composta por 23 salas de aulas, 1 laboratório de ciências, 1 laboratório de informática, 1 sala de mídias e biblioteca. A Escola funciona em três períodos: manhã, tarde e noite, com turmas de 1º ao 3º ano do Ensino Médio.

Os instrumentos para a coleta de dados utilizados durante a pesquisa foram: 1) questionários semiestruturados para os alunos e professores, 2) observações diretas, 3) fotografias, 4) registro diário de campo do pesquisador, 5) gravações de áudio e vídeo das aulas e 6) atividades desenvolvidas pelos alunos, objetivando a análise de dados em todos os seus aspectos.

Para a análise dos resultados obtidos nos questionários foi utilizado a escala de Likert, que permite avaliar o nível de concordância para uma determinada pergunta, variando de uma resposta mais negativa para uma resposta mais positiva (GIL, 2008).

Nas gravações de áudio e vídeo foram analisados os diálogos produzidos entre os alunos e o professor na sala de aula e no laboratório de informática.

Foi produzido um registro diário da pesquisa de campo durante e após cada observação, estabelecendo-se numa descrição por escrito do que o pesquisador verificou, ouviu e pensou durante todo o processo de coleta de dados.

A experiência foi realizada com a participação de 18 (dezoito) alunos dos turnos matutino e vespertino de turmas dos 3º. anos do Ensino Médio da Escola Estadual Aldeia do Conhecimento Prof.^a Ruth Prestes Gonçalves, em Manaus-AM. Dos quais 7 (sete) eram do sexo feminino e 11 (onze) do sexo masculino. As idades dos estudantes variaram entre 17 a 18 anos. O termo de consentimento livre e esclarecido, documento que autoriza a utilização dos dados coletados

durante as experiências, foi devidamente assinado pelos pais dos participantes envolvidos na pesquisa.

Este trabalho foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), obtendo aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, tornando possível o início de sua aplicação.

Após receberem informações sobre os objetivos desta pesquisa, os participantes foram devidamente esclarecidos sobre: a) os procedimentos e importância da pesquisa; b) direito de recusarem de participar; c) a privacidade dos dados utilizados na pesquisa; d) a possibilidade de contatar o pesquisador responsável e seu orientador em caso de dúvida; e e) a necessidade de assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A metodologia utilizada nesta pesquisa: a engenharia didática. Artigue (1996) afirma que a engenharia didática como metodologia de pesquisa, é caracterizada por ser um esquema experimental baseado sobre realizações didáticas em sala de aula, ou seja, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de sequências de ensino.

Artigue (1996) afirma que a engenharia didática como metodologia de pesquisa, é caracterizada por ser um esquema experimental baseado sobre realizações didáticas em sala de aula, ou seja, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise de sequências de ensino.

Além disso, é caracterizada também como pesquisa experimental pelos modos de validação que lhes são associados: a confrontação entre a análise *a priori* e análise *a posteriori*. Essa validação é uma das particularidades dessa metodologia, por ser realizada internamente, sem necessidade de aplicação de um pré-teste ou de um pós-teste (ALMOULOU, 2010).

Segundo Pais (2008), a engenharia didática se constitui em uma forma de sistematizar a aplicação de um determinado método na pesquisa didática, entretanto é possível ampliar o sentido de aplicação de um referencial metodológico.

De acordo com Pais (2008), a engenharia didática constitui um formato particular da organização dos procedimentos metodológicos de pesquisas desenvolvidas no contexto de ensino e aprendizagem da Matemática. “Uma das vantagens dessa forma de conduzir a pesquisa didática decorre dessa sua dupla ancoragem, interligando o plano teórico da racionalidade ao território experimental da prática educativa”. (PAIS, 2008, p.99)

Pais (2008) afirma que:

“A engenharia didática possibilita uma sistematização metodológica para a realização da pesquisa, levando em consideração as relações de dependência entre a teoria e a prática. Esse é um dos argumentos que valoriza sua escolha na condução da investigação do fenômeno didático, pois sem uma articulação entre a pesquisa e ação pedagógica, cada uma destas dimensões tem seu significado reduzido (PAIS, 2008, p. 99)”.

Pais (2008), aponta que os procedimentos relacionados ao planejamento da metodologia da engenharia didática são realizados pela execução de quatro fases consecutivas:

a) 1ª fase: análises preliminares:

Conforme Almouloud (2010), nas análises preliminares são realizadas as identificações dos problemas de ensino e aprendizagem do objeto de estudo e a descrição

de modo fundamentado da(s) questão(ões), as hipótese(s), os fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa.

b) 2ª fase: concepção e análise *a priori*:

Pais (2008) indica que nesta fase, é necessário definir um certo número de variáveis de comando do sistema de ensino. Segundo Artigue (1996, *apud* PAIS, 2002) deve ser feita uma distinção entre variáveis globais e locais. As variáveis globais estão relacionadas ao problema geral e as variáveis locais referem-se ao planejamento específico de cada uma das etapas que constituem a sequência didática.

c) 3ª fase: aplicação de uma sequência didática (experimentação):

Esta fase refere-se à experiência prática envolvendo os alunos, com a finalidade de se observar situações de aprendizagem por meio das atividades planejadas.

d) 4ª fase: análise *a posteriori* e a avaliação (validação):

A análise *a posteriori* de uma sessão é o “conjunto de resultados durante a experimentação, ou seja, são as observações realizadas sobre as sessões de ensino e as produções dos alunos em sala de aula ou fora dela” (ALMOULOU, 2010, p. 177). Esses dados, podem ser complementados por elementos obtidos pela utilização de metodologias externas: questionários, entrevistas individuais ou em pequenos grupos, realizadas em diferentes momentos do ensino.

Desta forma, a análise *a posteriori* depende das ferramentas técnicas (material didático, vídeo) ou teóricas utilizadas com as quais os dados coletados permitirão a construção dos protocolos de pesquisa. Esses protocolos serão analisados detalhadamente pelo pesquisador e as informações resultantes serão confrontadas com a análise *a priori* realizada (ALMOULOU, 2010).

IV. RESULTADOS

No primeiro dia de intervenção pedagógica, reiterou-se os objetivos da pesquisa e foram esclarecidas mais algumas dúvidas sobre esse processo. Neste trabalho foram analisadas as produções dos 18 (dezoito) alunos que participaram regularmente das aulas referentes à aplicação da sequência didática.

Primeiramente, propôs-se que os alunos respondessem as questões de cada atividade da sequência didática de forma escrita, para então, desenvolver uma discussão sobre os resultados encontrados com o auxílio do *software* GeoGebra.

Os alunos receberam as atividades impressas, sendo que cada atividade deveria ser resolvida na própria folha de atividades, e em seguida, tais soluções destas atividades deveriam ser comprovadas ou não com o auxílio do *software* GeoGebra. Ao final de cada atividade solucionada os alunos salvavam seus respectivos trabalhos nos computadores do laboratório, para serem posteriormente analisados com os registros descritos nas resoluções das produções escritas e os discursos dos alunos.

Para cada atividade foram realizadas as análises *a priori* e *a posteriori*, seguindo as ideias da Engenharia Didática. A seguir, são apresentados os principais aspectos das questões que compreendem as atividades da sequência didática para o ensino e aprendizagem de conceitos envolvendo Geometria Analítica com o uso do GeoGebra.

As análises serão feitas tendo como suporte os subsídios da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (DUVAL, 2009).

Análise a posteriori da Atividade 1

A Atividade 1 foi constituída por 2 (dois) itens, em que foi solicitado que os alunos localizassem dois pontos no plano cartesiano. Sendo que no primeiro item foram dadas as seguintes coordenadas: A(2, 2) e B(5, 6) e no segundo item as coordenadas: A(2, 2) e B(-10, -3).

Em seguida, os alunos calcularam a distância entre dois pontos usando o recurso da barra de ferramentas do *software* GeoGebra “Distância, Comprimento ou Perímetro”.

Essa atividade foi desenvolvida com o objetivo que os alunos interpretassem geometricamente usando a linguagem gráfica, problemas que envolvem relações entre dois pontos no plano cartesiano. A primeira atividade solicitou que os alunos calculassem a distância entre dois pontos. A princípio eles teriam que resolver algebricamente, e em seguida, com o auxílio do *software* GeoGebra, de maneira que eles pudessem comprovar os resultados encontrados.

Desta forma, a Atividade 1 teve por objetivo propiciar ao aluno condições de interpretar geometricamente as suas soluções e assim fazer comparativos entre as respostas encontradas, realizando a conversão do registro numérico para o algébrico e por fim o registro gráfico.

De acordo com as repostas dadas pelas duplas foi possível constatar que todos conseguiram resolver com sucesso a Atividade 1. As soluções desta atividade foram apresentadas na representação algébrica na folha de rascunhos, em que foi possível observar que as duplas utilizaram como estratégia de resolução a fórmula da Distância entre Dois Pontos, tema que foi abordado no 1º bimestre

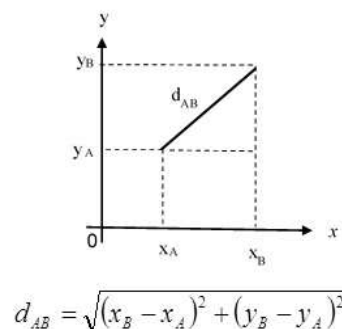
Assim, todas as duplas encontraram a mesma resposta esperada na folha de cálculos.

Todas as duplas responderam a Atividade 1 de forma correta. Desse modo, com o auxílio do *software* GeoGebra, conseguiram localizar os dois pontos no plano cartesiano, utilizando a ferramenta que permite calcular a distância entre dois pontos da barra de ferramentas do GeoGebra. Assim foi possibilitado aos alunos expressar algebricamente e geometricamente os resultados na tela do computador.

Estes resultados foram confrontados com as soluções previamente encontradas pelas duplas utilizando a fórmula da distância entre dois pontos, que já haviam sido trabalhadas com os alunos no 1º. bimestre do ano letivo, cuja a fórmula pode ser expressa por:

$d_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$, conforme ilustrada na figura 1.

Figura 1 – Fórmula da Distância entre dois pontos



Fonte: Os Autores, 2018.

A partir dessa confrontação de resultados, foram comprovados com êxito os resultados encontrados algebricamente realizando-se os cálculos escritos na folha de rascunho e os resultados observados geometricamente na tela do computador com o uso do *software* GeoGebra. Percebeu-se que nesta atividade, os alunos realizaram conversões envolvendo o registro da linguagem natural para o registro algébrico e do registro algébrico para o registro gráfico.

Vale ressaltar, de acordo com Duval (2011, p.16), que as conversões são “transformações de representações que consistem em mudar de registro conservando os mesmos objetos: por exemplo: passagem do registro algébrico à sua representação gráfica”.

A resposta da dupla D1 desenvolvida no *software* GeoGebra são apresentadas a seguir.

Figura 2 – Protocolo da dupla D1: Resposta da Atividade 1 apresentada pela dupla D1 no GeoGebra



Fonte: Os autores, 2018.

Durante a realização da experiência didática, foi constatado que alguns alunos participantes da pesquisa, apresentaram certas dificuldades em lembrar da fórmula da Distância entre Dois Pontos. No entanto, como a atividade foi desenvolvida em dupla, permitiu-se que eles debatessem entre si e com as outras duplas participantes as estratégias de resolução das atividades, tanto na parte escrita, quanto na utilização do *software* GeoGebra.

A partir da análise das respostas obtidas, foi possível perceber que os alunos comprovaram de modo eficaz e dinâmico os valores obtidos no tratamento algébrico realizado na folha de rascunhos e realizando as conversões no registro gráfico na tela do computador com o uso do GeoGebra.

Análise a posteriori da Atividade 2

A Atividade 2 foi composta de 3 (três) itens na qual foi pedido que os alunos considerassem um segmento de reta, dadas as coordenadas de suas extremidades e foi solicitado que calculassem o ponto médio.

Sendo que no item (a): as extremidades são: A(-2, 1) e B(6, 3), no item (b): A(-2, 1) e B(4, 0) e no item (c): A(0, 0) e B(4, 0).

Seguindo os procedimentos descritos na sequência de passos da Atividade 2, para todos os itens, primeiramente, o aluno deveria localizar estes pontos no plano cartesiano com a ajuda do *software* GeoGebra. Em seguida, construir um segmento de reta com o recurso “*Segmento*” localizada na barra de ferramentas do GeoGebra.

A partir da construção do segmento de reta dadas as coordenadas de suas extremidades, o aluno deveria

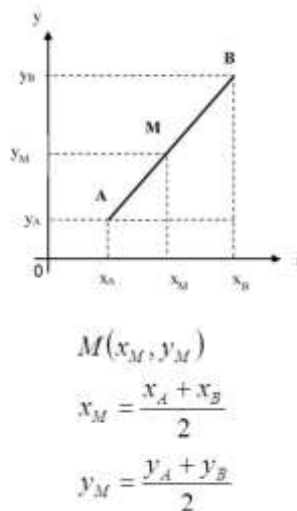
encontrar o seu ponto médio com a utilização do recurso “*Ponto Médio ou Centro*” na barra de ferramentas do *software* GeoGebra.

Para a resolução desta atividade, os alunos deveriam lembrar dos conceitos envolvendo Ponto Médio de um segmento representada pela seguinte expressão:

$$M(x_M, y_M), \text{ onde } x_M = \frac{x_A + x_B}{2} \text{ e } y_M = \frac{y_A + y_B}{2},$$

como ilustra a figura 3

Figura 3 – Fórmula do Ponto Médio de um segmento



Fonte: Os autores, 2018.

Com base nas respostas dos alunos foi possível relatar que a maioria conseguiu realizar o cálculo das coordenadas do Ponto Médio de um segmento. As duplas comprovaram seus resultados feitos no tratamento algébrico com o registro gráfico construído na tela do *software* GeoGebra.

V. CONCLUSÃO

O presente trabalho propõe uma mediação pedagógica direcionada ao ensino e aprendizagem de Geometria Analítica, especificamente os temas: Ponto, Reta e Circunferência com alunos do 3º ano do Ensino Médio. Dessa forma, foi elaborada uma sequência didática para proporcionar aos alunos a visualização e a compreensão de diferentes formas de registros de representações semióticas para a aprendizagem dos referidos temas utilizando o *software* GeoGebra.

Acredita-se que os princípios da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, seja uma possibilidade para o professor potencializar situações de ensino e aprendizagem que evidencie a diversidade de registros de representação que a Geometria Analítica possui, assim como articulação entre eles, com a finalidade que o aluno compreenda e efetue os diversos processos cognitivos requeridos por este conteúdo matemático.

Portanto, verifica-se que as diversas representações são essenciais para o ensino e para a aprendizagem, uma vez que cada aluno tem suas especificidades para aprender.

A partir do relato das experiências relativas às atividades que foram desenvolvidas com o auxílio do *software* GeoGebra a respeito dos Temas: Ponto, Reta e Circunferência, analisou-se as habilidades dos estudantes

nas atividades propostas. Assim como a compreensão dos processos de conversão dos registros.

Consequentemente, pode-se afirmar que esta experiência compreendeu situações de aprendizagem diferenciadas para os alunos envolvidos e possibilitou ao professor da turma e autor da pesquisa a perspectiva de uma prática-reflexiva, muito importante na docência e, em especial, no momento em que fez parte de programa de mestrado acadêmico.

Espera-se que o trabalho possa ser pertinente para outras propostas inovadoras e dinâmicas no processo de ensino e aprendizagem de Matemática utilizando tecnologias.

Dessa forma, com os resultados desse estudo, foi possível concluir que no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, as representações e as conversões de diferentes registros no estudo de Geometria Analítica com a utilização do *software* GeoGebra como ferramenta tecnológica, poderá contribuir significativamente para uma aprendizagem mais eficaz e consistente da compreensão dos objetos matemáticos em questão.

Finalmente, pode-se concluir que é possível proporcionar ambientes de aprendizagem diferenciados e estimulantes quando são aliados as ferramentas computacionais como neste caso, o uso do *software* GeoGebra, e o ensino de Geometria Analítica. A diversidade de representações que podem ser visualizadas e exploradas na tela do computador com o GeoGebra pode oportunizar a compreensão de diversos conceitos no processo de aprendizagem de Geometria Analítica. Visto que por meio das atividades os estudantes poderão constatar na prática as características e propriedades que talvez seriam apenas ditas ou escritas no quadro, favorecendo desta forma, uma aprendizagem mais dinâmica e significativa.

Espera-se que a utilização dessas diversas representações possam ser empregadas constantemente no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, pois além de promover uma prática diferenciada de ensino, os próprios alunos constroem seu conhecimento durante as conexões dessas representações. Além disso, destaca-se que o uso de tais propostas envolvendo o ensino de Geometria Analítica e a inserção de um software de geometria dinâmica é uma metodologia alternativa limitada não apenas para os estudantes da rede pública. A partir dos resultados encontrados durante a pesquisa, pode-se considerar a utilização dessa abordagem uma proposta relevante também para o público da rede particular de Ensino Médio.

Portanto, propõe-se que os atuais e futuros professores incorporem nos seus procedimentos metodológicos de sala de aula a Teoria das Representações Semióticas de Duval. Planejando atividades e situações de ensino fundamentadas nestes princípios, buscando que o estudante possa construir, compreender e aprender conceitos matemáticos por intermédio da mobilização e coordenação dos seus diferentes registros.

VI. REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR, 2010. 218 p.
- AMAZONAS. **Proposta Curricular de Matemática para o Ensino Médio**. Manaus: SEDUC - Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino, 2012. 76 p.
- ARTIGUE, M. Engenharia Didática. In: BRUN, J. **Didática das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.
- BRASIL, M. D. E. **PCN+ Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: [s.n.], 2002.
- BRASIL, M. D. E. S. D. E. B. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Seb, v. 2, 2006.
- DAMM, R. F. Registros de Representação. In: (ORG.), S. D. A. M. **Educação Matemática: Uma (nova) introdução**. 3. ed. São Paulo: EDUC, 2015. p. 167-188.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e Funcionamento Cognitivo da Compreensão Matemática. In: MACHADO, S. D. D. A. **Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica**. Campinas, SP: Papirus, 2003. p. 11-33.
- DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano**: registro semiótico e aprendizagens intelectuais. Tradução de Lênio Fernandes Ley e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e Funcionamento Cognitivo da Compreensão Matemática. In: MACHADO, S. D. D. A. **Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica**. Campinas, SP: Papirus, 2011. p. 11-33.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, 2012. 266-297.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GRAVINA, M. A. **Os ambientes de geometria dinâmica e o pensamento hipotético-dedutivo**. Porto Alegre-RS: Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 260 f. p.
- GRAVINA, M. A.; BASSO, M. V. D. A. Mídias digitais na Educação Matemática. In: (ORG), M. A. G. E. A. **Matemática, Mídias Digitais e Didática - tripé para formação de professores de Matemática**. Porto Alegre: UFRG: [s.n.], 2012. p. 180. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/espmat/livros/livro2-matematica_midiasdigitais_didatica.pdf>. Acesso em: 12 Julho 2017.
- GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados**. IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/ciencias/artigos/aprendizagem_mat.pdf>. Acesso em: 17 Junho 2017.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2014.
- MACHADO, S. D. A. **Aprendizagem em matemática: Registros de representação semiótica**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013.
- MINAYO, M. C. D. S. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2012.
- MUNHOZ, M. **A impregnação do sentido cotidiano de**

termos geométricos no ensino-aprendizagem de Geometria Analítica. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica, 1999. 140 f. p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Faculdade de Educação.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática; uma análise da influência francesa.** 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

VII. COPYRIGHT

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

Submetido em: 24/03/2018

Aprovado em: 18/04/2018

EMPREGANDO MODELOS MATEMÁTICOS PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO DOS MICROORGANISMOS DURANTE A BIORREMEDIÇÃO EM SOLO CONTAMINADO POR GASOLINA

EMPLOYING MATHEMATICAL MODELS TO EVALUATE THE MICROORGANISMS BEHAVIOUR DURING THE BIORREMEDIATION IN SOIL CONTAMINATED BY GASOLINE

JÚLIO CÉSAR PENEREIRO¹; MARIANE SOUZA REIS²; DENISE HELENA LOMBARDO FERREIRA³

1 – OBSERVATÓRIO MUNICIPAL DE CAMPINAS JEAN NICOLINI; 2 – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; 3 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

jcpeneriro@yahoo.com.br; rin.reis@gmail.com; lombardo@puc-campinas.edu.br

Resumo – Tendo em vista que a contaminação causada por derivados de combustíveis fósseis acarreta danos ao solo e a água, o objetivo deste trabalho foi modelar a interferência de determinado tipo de poluição no meio ambiente. Procedeu-se um estudo do comportamento microbiano no solo após o mesmo ter sido contaminado por um combustível em diferentes níveis de concentração. A partir desse procedimento experimental, foi realizada uma análise das estruturas que se desenvolveram devido aos ciclos biogeoquímicos, além das mudanças durante o processo de biorremediação. Com o uso de uma equação analítica que melhor descrevesse a evolução dos micro-organismos no solo contaminado com o passar do tempo, realizaram-se ajustes que pudessem inferir os parâmetros que estabelecem a evolução da cultura no meio contaminado. Em princípio, esses tipos de cálculos e análises, foram aplicados em dados experimentais presentes na literatura e visaram realizar um estudo com o intuito de contribuir para um melhor conhecimento acerca da prevenção e mitigação da contaminação em solos.

Palavras-chave: Poluição do Solo. Aprendizagem Experimental. Modelos Matemáticos.

Abstract – Since contamination from fossil fuel derivatives causes damage to soil and water the aim of this work was modeling the interference of certain type of pollution in the environment. The microbial behavior was studied in the soil after a fuel at different levels had contaminated it. From such experimental procedure was performed an analysis of structures that have developed due to biogeochemical cycles, in addition to the changes during the process of bioremediation. With the use of an analytic equation which best depicts the evolution of microorganisms in the soil contaminated with the passage of time, there were adjustments that could infer the parameters that establish the evolution of culture in contaminated environment. In principle, these types of calculations and analysis, were applied in experimental data present in the literature and sought to carry out a study with a view to contributing to a better knowledge of prevention and mitigation of soil contamination.

Keywords: Soil Pollution. Experimental Learning. Mathematical Models.

I. INTRODUÇÃO

Considerando as diversas formas de contaminação que comprometem o solo e a água, os que envolvem produtos derivados de combustíveis fósseis vêm se intensificando como resultado da maior extração, refino, distribuição e armazenamento de petróleo e seus derivados (SERBENT, 2012).

Para ter uma ideia da magnitude do problema, de acordo com os dados do Plano Decenal de Energia desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia (MME), estão previstos investimentos globais da ordem de 1,2 trilhões de reais, dos quais 72,5% correspondem à oferta de petróleo e gás natural. Neste sentido, a produção de petróleo vai passar de 2,1 para 5,5 milhões, a do etanol de 23,5 para 57,3 milhões de barris de combustíveis por dia; além da produção de gás natural de 70,6 para 189,1 milhões de metros cúbicos por dia (MME, 2006).

No Brasil, os derivados de petróleo, tais como: gasolina, gás liquefeito de petróleo, querosene, óleo diesel, óleo combustível, nafta, dentre outras secundárias, corresponde à 38,6% de sua matriz energética e, mesmo com grandes esforços para estimular a produção de energias renováveis, a mesma deve participar com 37,9% da matriz energética até 2022 (MME, 2012).

Atualmente, sabe-se que além dos vazamentos e motores veiculares, as oficinas mecânicas e as garagens de automóveis são também fontes geradoras de contaminantes derivados do petróleo (JACQUES *et al.*, 2007). Assim, devido a estas atividades, o solo recebe anualmente quantidades consideráveis destes contaminantes que, em função de uma série de fatores, como baixa solubilidade, complexidade química e tendência de sorção à fase sólida do solo, tornam-se recalcitrantes e permanecem por longos períodos no ambiente, o que aumenta a possibilidade de exposição de humanos e animais a esses compostos (JACQUES *et al.*, 2007).

Ressalta-se que nas últimas décadas as águas subterrâneas passaram a exercer um importante papel como fonte de abastecimento, constituindo uma grande reserva estratégica de água doce do planeta. Sua abundância,

qualidade, baixo custo de exploração e facilidade de captação fazem deste recurso uma emergente alternativa ao aumento dos custos relacionados ao uso de águas superficiais cada vez mais poluídas. Estima-se, que cerca de dois bilhões de pessoas no mundo utilizam água subterrânea (IUGS, 2007).

Segundo os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2008, no Brasil há um expressivo aproveitamento de mananciais subterrâneos através de poços artesianos, verificando-se esta utilização em 3545 municípios do país, o que corresponde a 63,64% do total de 5570 cidades brasileiras (IBGE, 2008).

Diante do exposto, a motivação do presente estudo foi a de realizar análises matemáticas devido a contaminações causadas por combustíveis fósseis em diferentes situações.

Nas últimas décadas, os conhecimentos e estudos da Modelagem Matemática (MM) têm possibilitado a vários estudantes de cursos de graduação, em particular na área de ciências exatas, não apenas aprofundar seus conhecimentos matemáticos, mas também ter a oportunidade de adquirir uma visão do caráter prático e utilitário que a matemática pode disponibilizar. Conforme Freitas, Orey e Rosa (2017), a MM pode ser considerada como alternativa pedagógica que possibilita aos alunos compreenderem as situações-problema pesquisadas. Neste contexto, o processo de MM permite que um estudante, além de adquirir novos conhecimentos matemáticos, possa desenvolver uma visão crítica relacionada ao resultado experimental obtido, de maneira a que amplie sua visão matemática enquanto ciência, possibilitando abstrair e generalizar ideias. A elaboração de modelos, envolvendo a MM, requer não apenas conhecimento matemático como também criatividade, iniciativa e conhecimento do fenômeno estudado. Em outras palavras, a MM é uma ferramenta científica que busca resolver problemas reais de maneira a interpreta-los matematicamente, procurando encontrar soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2002).

No trabalho publicado por Leite, Ferreira e Schrich (2009), foram elaborados alguns modelos matemáticos relacionados à área ambiental, como crescimento populacional, poluição e o uso de agrotóxicos. Diferentemente deste referido trabalho, a proposta aqui desenvolvida aborda a poluição, mas enfocando as suas consequências na qualidade de vida.

De fato, as diferentes formas de poluição conhecidas cientificamente estão associadas aos diversos aspectos da qualidade de vida, como por exemplo a ocorrência de vários tipos doenças, causadas pela degradação do ar, da água e do solo (MARTINS, L.C. *et al*, 2001; MARTINS, L.C. *et al* 2002; PIGNATTI, 2004). De acordo com esses autores, também há outros efeitos indiretos que podem ser inferidos e analisados, como é o caso da contaminação do meio ambiente e da alteração do equilíbrio das cadeias alimentares.

Do ponto de vista matemático, uma ferramenta tecnológica utilizada frequentemente na confecção e utilização de modelos matemáticos é a denominada Teoria de Equações Diferenciais (EDELSTEIN-KESHET, 2004; MURRAY, 1990; ZILL, 2011). Entretanto, dependendo do fenômeno e sua complexidade, essa pode não ser a forma mais apropriada para descrevê-lo. Isso ocorre porque, na prática, frequentemente se depara com situações nas quais as próprias variáveis envolvidas são subjetivas e carregadas de incertezas. É o que pode ocorrer, por exemplo,

considerando a variável temperatura, visto que ela pode ser classificada como “alta” ou “baixa”. Contudo, essa classificação pode variar dependendo de outros fatores em análise, como: a região, as pessoas, os fatores climáticos associados, dentre outros. Um tratamento mais subjetivo pode ser feito aplicando a denominada Teoria Lógica Fuzzy, que possibilita representar, por meio de modelos matemáticos, as referidas incertezas e subjetividades (KLIR; YUAN, 1995; LOPES; JAFELICE; BARROS, 2005; BARROS; BASSANEZI, 2006).

A proposta aqui apresentada tem o objetivo de motivar e encorajar professores e grupos de estudantes dos diferentes cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de Ciências Exatas em:

- Conhecer a Modelagem Matemática como uma ferramenta para analisar e resolver problemas de outras áreas do conhecimento;
- Aprofundar seus conhecimentos matemáticos através do estudo e aprimoramento de modelos matemáticos em Biomatemática, tais como: Teorias Clássicas e Teoria Lógica Fuzzy;
- Utilizar a Modelagem Matemática para descrever, resolver e interpretar problemas na área da Engenharia Ambiental, relacionados aos temas de poluições causadas pela gasolina no solo, na água e interação entre espécies.

II. METODOLOGIA

Do ponto de vista teórico, o presente trabalho foi desenvolvido, aplicando o modelo matemático através de interpretação tecnológica dos dados obtidos por meio de um levantamento bibliográfico. Em relação às questões experimentais aqui discutidas, as etapas laboratoriais, visando a validação e definição dos parâmetros do modelo matemático, foram realizadas no Laboratório de Saneamento do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologias do local de pesquisa. Na sequência, são apresentadas as principais etapas envolvidas no desenvolvimento deste trabalho.

2.1 – A Geração de um Modelo Matemático

Segundo Bassanezi (2002), como já previsto no processo envolvendo a Modelagem Matemática, a partir da simplificação das informações coletadas referentes às etapas do Processo de Biorremediação, ou seja, um processo pelo qual os organismos vivos, tais como: microrganismos, fungos, plantas, algas verdes ou suas enzimas, são utilizados para reduzir ou remover - remediar - contaminações no ambiente, algumas hipóteses foram abstraídas buscando sempre retratar de forma verossímil o comportamento dos micro-organismos no solo durante o processo estudado.

Por intermédio desses procedimentos, é possível gerar gráficos que retratam qualitativamente, por exemplo, as variações do tamanho de uma população de micro-organismos em função do tempo, após a contaminação do solo. Em seguida, por meio de estudos matemáticos e o auxílio de softwares, como o Winplot e o Excel, é possível determinar uma equação que melhor representa o comportamento do fenômeno observado experimentalmente. Uma vez que a equação obtida representa a variação do crescimento populacional, integrando-a é possível inferir uma equação do tipo $F(t) = N$, que melhor representa a população de indivíduos (N) num dado instante (t) de forma qualitativa.

Durante a validação dessa proposta, podem-se realizar algumas simulações numéricas que permitam obter o melhor ajuste dos parâmetros da equação e assim aprimorar o modelo com dados obtidos na literatura.

2.2 – Procedimentos Laboratoriais com o Agente Contaminante

Motivados pelos aspectos teóricos da MM, tentou-se validar empiricamente o modelo matemático por meio das medições de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), cultivadas em placas Petri contendo o meio de cultura Sabouraud Dextrose Agar, próprio para o cultivo de fungos.

Porções de solo, obtido em área supostamente sem alterações antrópicas relevantes, como contaminação por produtos químicos, descarte de efluentes ou resíduos de qualquer tipo, foram contaminadas em laboratório por meio de gasolina comum comercial, obtida num posto de combustíveis da região do município de Campinas.

Em uma capela ligada, foram utilizados sete béqueres (recipientes cilíndricos com fundo chato e um bico na parte superior). Esses béqueres, numerados de 1 a 7, cada um contendo 10 ml de água destilada e 80 g do solo peneirado e homogeneizado, foram contaminados com o referido combustível, sendo que especificamente os béqueres 3, 4 e 5 receberam 3 ml de gasolina, o 6 e o 7 receberam 20 ml, enquanto que o 1 e o 2 permaneceram sem o combustível para que se pudesse, posteriormente, realizar o controle dos demais resultados, sendo então esses últimos, as amostras “em branco”.

O meio de cultura, inicialmente, foi preparado em placas Petri (um recipiente cilíndrico, achatado e feito de vidro, usado em laboratório para a análise de micro-organismos) descartáveis e estéreis, e, já no último dia dos ensaios, em placas de vidro, das seguintes maneiras:

- Dissolveu-se 65 g do meio de cultura em 1 litro de água destilada, num béquer de 2 litros;
- Levou-se o béquer, devidamente selado com filme plástico, para a autoclave, utilizando a pressão padrão de 0,8 kgf/cm², em uma temperatura próxima de 120°C, durante 15 minutos para não queimar o meio de cultura;
- Após a saída de pressão e diminuição considerável da temperatura, levou-se o meio de cultura para o fluxo laminar, e com uma pipeta também esterilizada, colocou-se 20 ml do meio em cada placa descartável (ou de vidro, esterilizadas da mesma forma que o meio);
- Após o endurecimento do meio, estas ficaram sob a luz germicida do fluxo laminar por aproximadamente 15 minutos, com a parte da tampa virada para baixo, para evitar a contaminação;
- As placas não utilizadas no mesmo dia foram embrulhadas em filme plástico, depositadas em embalagem com fechamento duplo e armazenadas na geladeira.

O plaqueamento das amostras foi realizado diariamente, sendo que cada amostra foi plaqueada três vezes, visando posterior cálculo de incertezas de medição e regularização das variáveis provenientes das condições ambientais, com exceção de uma das placas em branco, ou

seja, sem o uso de combustível, alternado entre os béqueres 1 e 2.

Essa alteração foi realizada para que o experimento necessitasse de 20 placas por dia, uma vez que estas são embaladas de 10 em 10 e a violação da embalagem contamina as placas não utilizadas no mesmo dia. Devido a isso, a metodologia empregada foi a seguinte:

- Diluiu-se 5 g da amostra em 45 ml de solução salina 0,9%;
- Após agitar vigorosamente a solução, deixou-se repousar durante 5 minutos, já dentro do fluxo laminar;
- Depois deste tempo, com pipeta esterilizada, inoculou-se 0,1 ml da solução no centro da placa, espalhando-o pela superfície em seguida;
- Levou-se cada amostra para a estufa por 72 horas, com temperatura constante de 27°C, sendo que esta variava sutilmente quando a estufa era aberta;
- Após o término do tempo necessário para o crescimento fúngico, procedeu-se à contagem de UFC, ao registro fotográfico, além da análise dos resultados;
- As placas foram para a autoclave durante 30 minutos, para a completa destruição do meio de cultura. As placas de vidro foram lavadas e guardadas, as demais foram descartadas.

Após o término das atividades laboratoriais, o solo restante, que ainda contém vestígios de combustível, foi devidamente guardado em recipiente apropriado. O combustível não utilizado permaneceu no laboratório, sob a supervisão do técnico responsável, para possível utilização em futuras atividades científicas.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

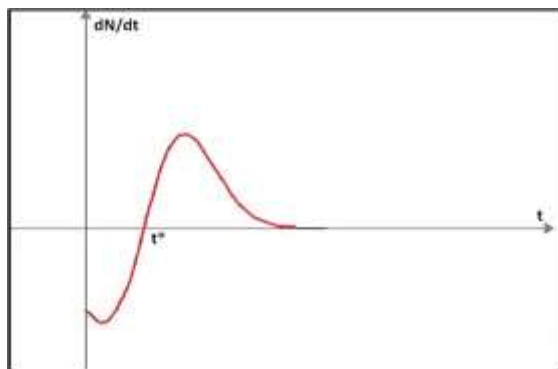
3.1 – O modelo matemático aplicado

As hipóteses formuladas para construir um modelo matemático da proposta inicial foram as seguintes:

- Em um ambiente saudável e ecologicamente estável têm-se o derramamento único, acidental ou não, de determinado contaminante, no momento $t = 0$;
- Devido à toxicidade e outros fatores inibidores, a população microbiana decresce;
- Com o passar do tempo (t), a microbiota se adapta às condições do solo e após um determinado período (aqui escolhido como: $t = t^*$) ela volta a crescer, usando o próprio contaminante como fonte de energia, tendendo novamente a um estado de equilíbrio populacional, seguindo o modelo logístico.

A partir dessas hipóteses, esboçou-se um gráfico, apresentado na Figura 1, que retrata qualitativamente a variação do tamanho da população de micro-organismos em função do tempo após a contaminação do solo.

Figura 1 - Taxa de variação da população microbiana após a contaminação do solo



Fonte: Autores, 2017.

A partir deste gráfico, foi realizado um estudo de funções matemáticas que contemplassem tal comportamento. Diante de algumas possibilidades, considerando: o ambiente saudável e ecologicamente estável representado pelo parâmetro (a) e a toxicidade e outros fatores inibidores expresso pelo parâmetro (b), uma equação diferencial sugerida para representar a taxa de variação do tamanho da população (N) sob tais condições foi expressa por meio da Equação 1.

$$\frac{dN}{dt} = a \cdot e^{-(t-b)^2} \cdot (t-b) \quad (1)$$

Integrando essa equação, encontrou-se a função que define o comportamento da população de micro-organismos como um todo. Escrevendo-a em termos da concentração, ou da população, ou ainda da densidade populacional, pela Equação 2, onde:

$$F(t) = -\frac{1}{2} \cdot a \cdot e^{-(t-b)^2} + C \quad (2)$$

O gráfico que representa o comportamento qualitativo da microbiota em função do tempo, do momento em que o contaminante atinge o solo ($t = 0$) até a situação de equilíbrio, está ilustrado na Figura 2. Vale ressaltar que neste modelo considera-se que não há interferências naturais ou antrópicas no meio.

Denominando por K1 a quantidade populacional no momento da contaminação; por K2 o valor mínimo atingido pela população microbiana e por K3 o equilíbrio atingido (saturação da população), é possível analisar matematicamente as funções obtidas, para interpretar o significado dos parâmetros indicados por a, b e C (Figuras 1 e 2). Assim, realizando as etapas:

- Na Equação 2, fazendo $t = 0$, sabe-se que $F(0)=K1$, logo:

$$F(0) = -\frac{1}{2} \cdot a \cdot e^{-(b)^2} + C \quad (3)$$

- $F(t)$ deve possuir uma assíntota horizontal, isto é, quando: $t \rightarrow +\infty$, tem-se que $F(t) \rightarrow K3$. Assim, obtém-se a Equação 4 na forma:

$$K3 = \lim_{t \rightarrow \infty} F(t) \quad (4)$$

Resolvendo a equação, tem-se que $K3 = C$. Além disso:

- K2 é o ponto mínimo da função que ocorre no momento em que a derivada vale zero, logo: $a \cdot e^{-(t-b)^2} \cdot (t-b) = 0$

Resolvendo a Equação 2, obtém-se para $t=b$ o valor:

$$F(b) = -\frac{1}{2} \cdot a + K3 = K2$$

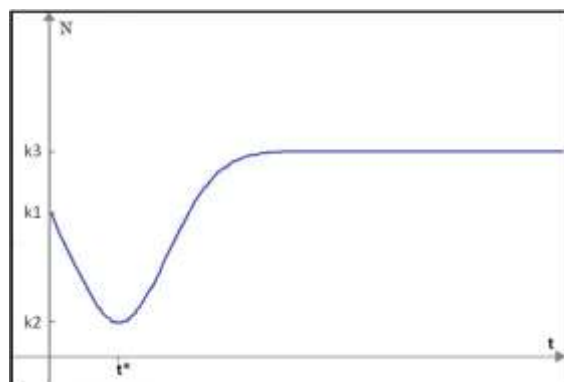
- Substituindo os valores obtidos na Equação 2 tem-se que:

$$K1 = -\frac{1}{2} \cdot a \cdot e^{-(b)^2} + K3$$

Através da realização de algumas simulações numéricas, foi possível perceber e deduzir que o parâmetro b relaciona-se com o tempo de reação dos micro-organismos, enquanto o parâmetro a está relacionado à suscetibilidade da microbiota ao contaminante, seja por sensibilidade da primeira ou pela concentração do segundo.

Na Figura 2 encontra-se o gráfico que representa o comportamento qualitativo da microbiota em função do tempo, do momento em que o contaminante atinge o solo, considerando $t = 0$, até a situação de equilíbrio. Vale ressaltar que se considera, neste modelo, que não há interferências ambientais ou antrópicas no meio estudado.

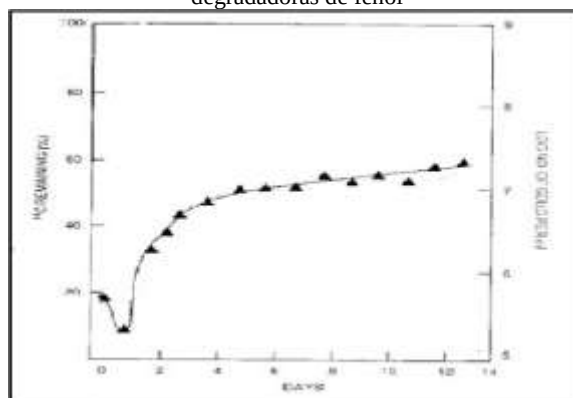
Figura 2 – Comportamento qualitativo da microbiota do momento de contaminação até atingir o equilíbrio, sendo que os parâmetros utilizados para compor esse gráfico foram $a = 5$, $b = 1$ e $C = 3$, escolhidos arbitrariamente, apenas para demonstrar o comportamento qualitativo do modelo proposto



Fonte: Autores, 2017.

Do ponto de vista qualitativo, o modelo obtido apresenta um gráfico muito semelhante ao demonstrado na Figura 3, que representa o crescimento de micro-organismos em ambiente contaminado por 4-nitrofenol, com utilização de bactérias consumidoras de fenol; gráfico este adaptado a partir do trabalho de Alexander (1999).

Figura 3 – Crescimento e mineralização de 4-nitrofenol por bactérias Pseudomonas em meio contendo fenol e bactérias degradadoras de fenol



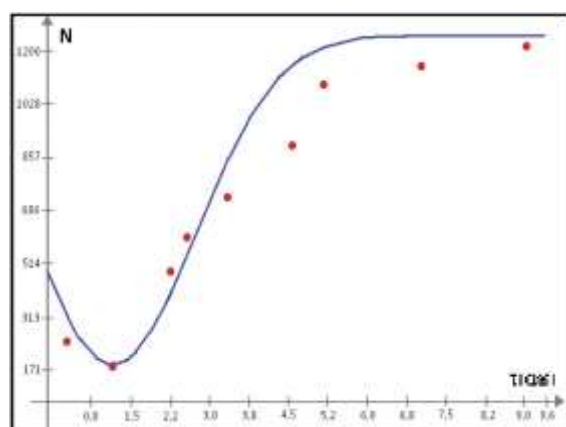
Fonte: Adaptado de Murakami *et al.* (1989) apud Alexander (1999).

Buscou-se validar e ajustar os parâmetros do modelo matemático proposto para os dados apresentados no gráfico da Figura 3. A partir de algumas simulações, constatou-se a necessidade de aprimorar o modelo. Essa modificação foi feita com a introdução de um novo parâmetro designado por d na função $F(t)$ dada pela Equação 2, o que resultou numa relação dada pela Equação 5, expressa na forma:

$$F(t) = -\frac{1}{2} \cdot a \cdot e^{-d \cdot (t-b)^2} + C \quad (5)$$

A Figura 4 mostra o comportamento dessa nova equação, juntamente com os pontos extraídos da literatura (ALEXANDER, 1994) e que também estão representados na Figura 3.

Figura 4 – Comportamento quantitativo da microbiota do momento de contaminação até atingir o equilíbrio, sendo que os parâmetros utilizados para compor esse gráfico foram $a = 2100$, $b = 1$, $C = 1250$ e $d = 0,3$, escolhidos para o devido ajuste aos pontos obtidos em ALEXANDER (1999)



Fonte: Autores, 2017.

É possível constatar que o comportamento quantitativo devido à contaminação (Figura 4) tem aparência similar ao conquistado por Alexander (1999), como se percebe ao comparar com a Figura 3.

Através de uma análise matemática do modelo aqui discutido, após o novo parâmetro incluído, percebe-se que algumas relações entre os parâmetros alterados ocorreram em função da nova proposta. A partir da função descrita na Equação 5, obteve-se a população inicial da microbiota que é igual a $K1$, sendo expressa pela Equação 6, na forma:

$$K1 = F(0) = -\frac{1}{2} \cdot a \cdot e^{-d \cdot (b)^2} + C \quad (6)$$

Como $F(t)$ deve possuir uma assíntota horizontal, então:

- Quando o valor de $t \rightarrow +\infty$, tem-se $F(t) \rightarrow K3$. Com isso: $K3 = \lim_{t \rightarrow \infty} F(t)$
- $K2$ é o valor mínimo da função e ocorre no momento em que a derivada vale zero, isto é: $a \cdot d \cdot e^{-d \cdot (t-b)^2} \cdot (t-b) = 0$

Resolvendo a Equação 5 tem-se que $t = b$. Substituindo na Equação 4, mantém-se a relação obtida anteriormente, logo: $F(b) = -\frac{1}{2} \cdot a + K3 + K2$

- Substituindo os valores obtidos na Equação 5 constata-se que:

$$K1 = -\frac{1}{2} \cdot a \cdot e^{-d \cdot b^2} + K3$$

Após efetuar estas análises, pode-se verificar que os demais parâmetros continuam com as mesmas interpretações do modelo proposto inicialmente. Por conta disso, certifica-se que o novo parâmetro d , incluso na função $F(t)$ dada pela Equação 4, aparece nessa equação com a função de alterar o tempo necessário para a saturação da população, indicando desta maneira sua relação com condições do meio analisado.

3.2 – Ensaios no laboratório

Os procedimentos empregados nas atividades experimentais foram discutidos anteriormente no item 2.2. Adotando aquelas atividades descritas no referido item, os resultados obtidos em cada dia de análise estão mostrados na Tabela 1. A referida tabela mostra diferentes análises de concentrações (Concentr.), ao longo do tempo (T), a variação em número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) e a quantidade de espécies causadoras da infecção fúngica (Quant.).

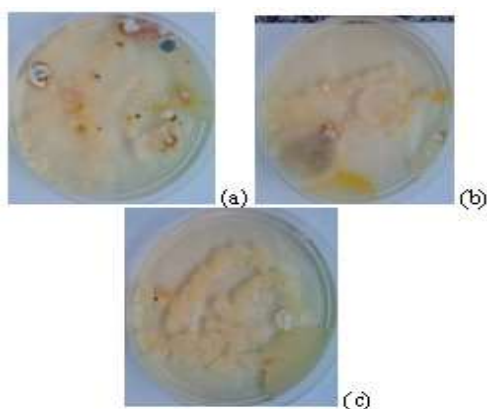
Tabela 1 - Exemplos de dados referentes ao plaqueamento, obtidos experimentalmente em laboratório

Concentr. (ml/g)	T (dias)	UFC	Quant.
0,000	0,125	42	8
0,033	0,125	9	3
0,222	0,125	1	1
0,000	1,000	14	5
0,033	1,000	6	3
0,222	1,000	0	0
0,000	4,000	12	4
0,033	4,000	3	3
0,222	4,000	0	0
0,000	2,000	0	3
0,000	2,000	15	3
0,033	2,000	9	2
0,222	2,000	1	1
0,222	4,000	2	1

Mesmo diante da impossibilidade de analisar todas as variáveis envolvidas, alguns comportamentos observados experimentalmente reforçam os conceitos apresentados nas referências bibliográficas citadas anteriormente, como o fato de inicialmente ocorrer um decréscimo na quantidade de micro-organismos devido à presença do contaminante, e em graus diferentes que dependem da quantidade, conforme se pode constatar pelas Figuras 5 e 6.

As referidas figuras ilustram três placas inoculadas, correspondentes a um intervalo de tempo de poucas horas e no quarto dia após a contaminação. Fica evidente a diferença da comunidade fúngica restante numa das amostras em branco (Figura 5a), com 3 ml (Figura 5b) e com 20 ml (Figura 5c) de gasolina em intervalo de tempo de poucas horas.

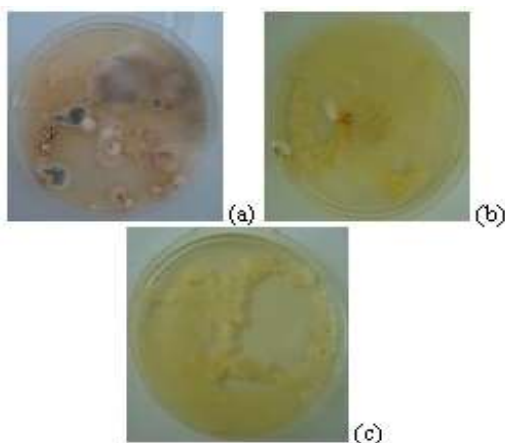
Figura 5 - Placas inoculadas após poucas horas da contaminação da amostra. Da esquerda para a direita, amostra em branco (a), com 3 ml (b) e com 20 ml (c) de gasolina



Fonte: Autores, 2017.

Da mesma forma, percebe-se a mesma evidência entre a diferença da comunidade fúngica restante nas amostras em branco (Figura 6a), com 3 ml (Figura 6b) e com 20 ml (Figura 6c) de gasolina, só que neste caso num intervalo de tempo de quatro dias após a contaminação.

Figura 6 - Placas inoculadas após quatro dias da contaminação da amostra. Da esquerda para a direita, idem aos procedimentos descritos na figura anterior



Fonte: Autores, 2017.

Como pode-se observar, por meio dessas referidas figuras, ainda é possível verificar a diferença entre elas em iguais intervalos de tempo.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelos ajustes dos dados de crescimento de UFC indicam que o modelo empregado consegue reproduzir com bom desempenho as principais fases presentes do crescimento de microrganismos num meio contaminado com o passar do tempo. Porém, de acordo com Alexander (1999), vários fatores influenciam no comportamento evolutivo de microrganismos num solo contaminado. Esses fatores podem ser expressos através da duração da fase de adaptação, o que, obviamente interfere na estimativa dos parâmetros matemáticos envolvidos em um modelo adotado.

Por este trabalho, pode-se ter uma ideia, ainda que limitada, de quanto estão avançados os conhecimentos nas

áreas de: contaminação por combustíveis; nos efeitos que os compostos poluentes causam no ser humano e no ambiente; assim como técnicas de biorremediação e de gestão ambiental. Neste sentido, as metodologias e critérios para liberação de postos de combustíveis no país estão definidos. No entanto, há ausência de boas atitudes das pessoas, de uma melhor administração, fiscalização e orientação das demais partes envolvidas.

Já vêm sendo divulgado pelas mídias modernas, o forte potencial de contaminação advindos dos postos de combustíveis e o elevado teor de contaminantes por parte dos combustíveis. Para poder evitar a contaminação, uma série de medidas de remediações pode ser tomada, sendo possível conter e até diminuir a expansão da pluma. Dentre as técnicas de remediação, a biorremediação é considerada como sendo a de melhor custo-benefício, sendo necessária em alguns casos a adoção de técnicas de remediação complementares, não biológicas.

No entanto, antes de se pensar em remediar esse problema ambiental, é muito mais eficiente prevenir os acidentes e as possibilidades de contaminação. Há alguns anos, uma série de medidas foram elencadas com o intuito de promover uma gestão ambiental nos postos de gasolina a fim de evitar eventuais vazamentos ou acidentes. Se as medidas elencadas forem efetivamente tomadas, menor vai ser o custo ambiental e o desgaste das pessoas com relação a esta questão. Portanto, fica evidente a importância do papel desenvolvido pelos gestores municipais e a necessidade de gestores ambientais capacitados, enfatizando a responsabilidade que estes gestores possuem perante a sociedade.

A contribuição de todos é essencial para a obtenção de um município seguro, limpo, agradável, funcional e correto.

A escolha do assunto aqui desenvolvido deve-se não apenas pela sua relevância nos dias atuais, mas por possibilitar o encaminhamento da coleta de dados e formulação dos modelos para problemas distintos, abordando, por exemplo, a poluição da atmosfera, da água, do solo e suas consequências na qualidade de vida das pessoas.

V. REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. **Biodegradation and Bioremediation**. Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences. College of Agriculture and Life Sciences. Cornell University. Ithaca, New York. Academic Press Inc., p. 443, 1999.
- BARROS, L. C.; BASSANEZI, R. C. **Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática**. 1 ed. Campinas: IMECC-UNICAMP, p. 354, 2006.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo, 2ª. ed., Editora Contexto, p. 389, 2002.
- EDELSTEIN-KESHET, L. **Mathematical Models in Biology**. New York: Random House, p. 579, 2004.
- FREITAS, J. F. R. B.; OREY, D. C.; ROSA, M. Modelagem Matemática em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. **Boletim do LABEM**, v. 8, n. 11, p. 35-56, 2017.
- IUGS - Instituto Geológico de Noruega. **Agua Subterráneas, ¿la solución para un planeta sediento?**

2007. Versão em espanhol. Disponível em: <http://aiplanetatierra.igme.es/pdf_proCien/es/Aguas%20subterr%C3%A1neas-AIPT.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de 85 População e Indicadores Sociais. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

JACQUES, R. J. S.; BENTO, F. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; CAMARGO, F. A. DEO. Biorremediação de solos contaminados com hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1192–1201, 2007.

KLIR, G. J.; YUAN, B. **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications**. Prentice Hall, PTR, USA, p. 574, 1995.

LEITE, M. B. F.; FERREIRA, D. H. L.; SCRICH, C. R. Explorando conteúdos matemáticos a partir de temas ambientais. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, p. 129–138, 2009.

LOPES, W. A.; JEFELICE, R. M.; BARROS L. C. Modelagem Fuzzy de Diagnóstico Médico Monitoramento do Tratamento da Pneumonia. **Revista Biomatemática**, v. 15, p. 77-96, 2005.

MARTINS, L. C.; LATORRE, M. R. D. O.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v. 4, n. 3, p. 220-229, 2001.

MARTINS, L. C.; LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A.; GOLÇALVES, F. L. T.; SALDIVA, P. H. N.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2012**: Ano base 2011, 2012. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2012_Web.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2016.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2006/2015**, 2006. Disponível em <file:///C:/Users/p861578/Downloads/Plano%20decenal%20de%20expans%C3%A3o%20de%20energia_2006-2015.PDF>. Acesso em: 23 set. 2016.

MURRAY, J. D. **Mathematical Biology – Biomath. Texts**, 19. New York: Springer-Verlag, p. 730, 1990.

PIGNATTI, M. G. Saúde e ambiente: as doenças emergentes no Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade**. v. 7, n. 1, p. 133-147, 2004.

SERBENT, M. P. **Influência do Etanol e do Sulfato na Biodegradação de Compostos Aromáticos em Águas Subterrâneas Contaminadas com Misturas de Combustíveis**, 2012. Dissertação da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100372/312067.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

ZILL, D. G. **Equações Diferenciais com Aplicações em Modelagem**. São Paulo: Cengage Learning, p. 410, 2011.

VI. COPYRIGHT

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

Submetido em: 27/02/2018

Aprovado em: 03/04/2018

PROCESSES FOR THE MANUFACTURE OF ANIMAL MEAL BY MECHANICAL PROCEDURES

PROCESSOS PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA ANIMAL POR MEIO DE PROCEDIMENTOS MECÂNICOS

MATHEUS SILVA DA ROSA¹; NATTAN ROBERTO CAETANO²; MAURO MENEGAS³; ANA CRISTINA RUOSO⁴; VITÓRIA FARINA AZZOLIN⁵

1- AUTHOR, GRADUATED IN TECHNOLOGY FABRICATION MECHANIC, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA; 2 – ADVISOR, POSTDOC. ENG. MECHANIC, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA; 3 – COORIENTATOR, MSC. ENG. PRODUCTION, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA; 4;5 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA; ENG. PRODUCTION FIELD: MECHANICAL ENGINEERING^{1,2,3}

fabmec.84@gmail.com; nattancaetano@gmail.com; mmenegas@ctism.ufsm.br;
anacristinaruoso@gmail.com; vitoriafarina_@hotmail.com

Abstract - This study aims to describe the process of manufacturing animal meal by mechanical procedures and report the reuse of the residues in the slaughterhouses for their production. Each of the machines mentioned in this article has a specific function, where the collection hopper receives the product of animal origin that will later be transferred to the Conveyor Thread where it will facilitate the transport of the materials to the Digester, responsible for the cooking of the raw material and obtaining the flour. In addition, the manufacture of this equipment involving various technologies facilitates the industrialization processes in the greases.

Keywords: Flour. Machines. Moega. Conveyor Thread. Digester.

Resumo – Este estudo visa descrever o processo de fabricação de farinha de animais por procedimentos mecânicos e relatar a reutilização dos resíduos nos matadouros para sua produção. Cada uma das máquinas mencionadas neste artigo tem específica função, onde o funil de coleta recebe o produto de origem animal que mais tarde será transferido para o fio transportador, onde facilitará o transporte dos materiais para o digestor, responsável pelo cozimento da matéria-prima e obtenção da farinha. Além disso, a fabricação deste equipamento envolvendo várias tecnologias facilita os processos de industrialização nas massas.

Palavras-chave: Farinha. Máquinas. Moega. Fio Transportador. Digestor.

I. INTRODUCTION

The reuse of leftovers from products of animal origin has become essential day by day, as diverse sectors of society tend to benefit from such purpose, to also include the preservation of the environment. Brazil, as one of the largest meat producers in the world, needs to be further developed in the reuse processes of its refrigeration industry. The greasing sector moves millions of by-products that would result in the enormous environmental inertia. For this reason, the cycle of recycling of these products is necessary, reducing the emission of harmful gases to the environment and consequently mitigating the environmental impact. According to ABRA (Brazilian Animal Recycling Association), in the years 2014 and 2015, 12.4 million tons of waste (viscera,

blood and bones of cattle, pigs and poultry) were processed. Such residues are essential to the production of flour and also contribute to industrialization of varnish, fertilizer, cosmetics and lubricants industries (GREASE BRAZILIAN, jan.2016). The diversification of products and the surplus disposal of Brazilian production led companies to start exporting the demand for meat, thus reducing dependence on the intern market. This makes Brazil stand out in the agribusiness and international quality certificate, in the meat sector, realizing great exports in the European countries (FERREIRA, 2017).

In recent years, beef tallow, material acquired by cooking by-products (bones and viscera) is gradually becoming the main source of biodiesel due to the demand for recycling unused items in the ever growing meat producing industries. Sebum is also being used in different industrial sectors ranging from the chemist to the pharmacist.

The current process in the sector of grease, responsible for the reuse of these residues for the production of the animal meal, consists of a sequence that starts with equipment called Moega, responsible for receiving the raw material (tallow and animal fat). Conveyor thread that takes the already ground material to the Digester where it will be cooked and the flour obtained as the final product. This equipment deserve significant attention, since they are frequently subject to wear as they suffer direct contact with the raw material under varied temperatures. Its development, taking into account the characteristics of its study, must be such that it meets the structure of the market which tends to be slow but growing and its manufacturing makes the recycling of animal by-products attractive for increasing investments.

II. DEVELOPMENT

2.1 - Theoretical foundation

The fate of leftovers from animal products in slaughterhouses remains one of the biggest dilemmas in the food industry due to the amount of organic material that accumulates in the release of gases and is dumped into the atmosphere when the small to a large animal is slaughtered

during production at slaughterhouses. These toxins directly affect the environment, causing a change in the climatic factor on planet Earth. For example, the toxic effect of methane gas (CH₄) results in the emission of 7 million tons of dioxide, corresponding to 16% of greenhouse gas emissions in the atmosphere (NOGUEIRA, 2007). To mitigate this extreme situation where Brazil is considered one of the largest meat producers, the search for an immediate exit was necessary. This time it was the greasing sector where there is the reuse of the raw material in the manufacture of flour. As the scenario devastated by the Brazilian political crisis is declining and the tax burden is becoming heavier, the steel, machinery and automotive sectors are experiencing the worst moment of investment and competition in the market, as well as competing directly with Chinese materials, because these are the cheapest. Meanwhile, to keep the system of greasing with the mechanical equipment, what is saving the refrigerators is the export trade of meats leveraged by the devaluation of the Brazilian currency and the rise of the US dollar.

All this commitment to export is linked to the productivity of agriculture through its contribution in research and discoveries of new technologies. Also a slight growth of the domestic market, international demand and finally the price of inputs (GREASE BRAZILIAN, jan.2016). All of these factors contribute to the process of manufacturing animal meal. So many animal fat reuse offers can be applied in the production of biodiesel, according to the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Fuel (ANP). Part of the raw material, about 20%, was used in the composition of the fuel in the national territory. The country remained in second place in the world ranking in biodiesel production, behind only the United States. Such raw material is equivalent to 7% of the composition of biodiesel, this means a small part of the total composition of the fuel sold in our country. Regarding the issue of animal waste, according to the National Union of Animal Feed Industry, in the periods from 2014 to 2015 there was an increase in the consumption of chicken meat in the foreign market. As a result, production will close at 3.2%, which is equivalent to a total of 67.1 million tons by the beginning of 2016, including livestock (meat, milk and eggs) (BORGES, 2015). In the process of producing a quality feed, especially in the pet food sector, the product must be subjected to the following procedures (GREASE BRAZILIAN, may.2016):

- Strict control over the thermal barrier;
- Division of the recycling unit into two distinct areas: wet and dry;
- Total elimination of the water in the process after the thermal barrier, thus avoiding the microbial growth; otherwise, if there is presence of water in the initial production may result to salmonella;
- Correct monitoring of microbiology.

2.2 - Equipment

With the reports contained in this text regarding the manufacture of flour of animal origin, there is information about the main machines that interfere in the production of feed through the raw material (fat and tallow). The maintenance of the equipment is important, as it results in an excellent functioning of several utensils, acquiring a good quality in the production without anomaly in the final process in the re-use of tallow.

Moega is a receiving machine where the by-products are dumped and its function is to facilitate the transport of tallow

to different machines to initialize the stage in the production of flour. The receiving device is constructed with carbon and stainless steel, according to the dimensions and volumetric capacities of operation. However, one of the problems encountered in the industry is the wear of the hopper helical discs due to the long production process that causes the deterioration in contact with the waste.

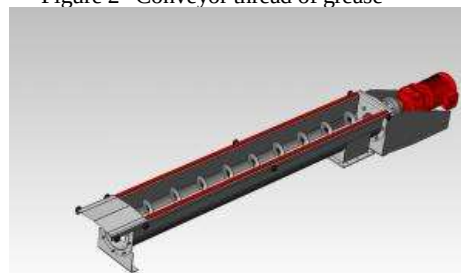
Figure 1 – Reception Collection hopper of products



Source: Dheytecnica, 2017.

On the conveyor thread, mechanical equipment whose function is to drive materials (viscera and bones) from the grinding to the cooking, there is the separation between two masses, tallow and rub. After this procedure, the two masses will pass in the pre-grinding sector and then to the sterilization sector, where the high degree of purity occurs through the removal of water from the material. So the product will be ready for the final stage that is the flour, but will also be driven by the same machine until the processes of sieving, weighing and bagging. Usually, the conveyor thread is made in different models and sizes, depending on where it will be applied while driving the by-products. However, one of the factors that impair the operation of the equipment is the direct contact between the by-product and the helicoids, causing wear and oxidation of the material.

Figure 2 -Conveyor thread of grease



Source: Prepared by the author.

In the greasing procedures, in the production of meat and bone meal, one of the main equipment used for these processes is the Digestor. They are machines that can be built in large sizes for high quantities of products or in small format (better known as "panels") and have the following characteristics (HAARSLEV, dec. 2017):

- Robustness and mechanical reliability;
- Reduction of a maximum of 40% of steam consumption and up to 60% of electricity compared to conventional systems;
- Homogeneous product under optimum pressing conditions as a result in the digester;

When the by-products are cooked in this mechanical item by pressure, being it wet, dry or drying, at temperatures

of 120° to 150° C, the time of completion of this step varies from 1 to 4 hours (CETESB, 2006).

- By wet method: the material is baked and then there is a vapor injection into the digester which provides for the separation of the solid, liquid and gaseous phase after cooking. In the aqueous phase, after separation of the residues, between 6 and 7% of the solids and their proteins can be recovered by evaporation or drying.

- Dry: Due to the high concentration of moisture contained inside the digesters, the heating comes from the steam jacket which will then be removed continuously or by batch.

- By drying: this type of operation is widely used in blood processing to obtain the soluble protein concentrate, as it reduces protein denaturation.

The digesters are machines that work with pressure, that is, equipment that contains fluids under internal or external pressure, according to Brazilian Regulatory Standard (NR 13, dec. 2017). The following criteria in the design of this component and its accessories shall be established by analyzing the fluids contained in pressure vessels which are classified by fluid class and the potential for risk:

Class A:

- Flammable fluids;
- Fuel fluids having a temperature of 392° F;
- Toxic fluids with a tolerance limit equal to or less than 20 parts per million (ppm);
- Hydrogens;
- Acetylene;

Class B:

- Fuel fluids with a temperature below 392° F;

- Toxic fluids with a tolerance limit greater than 20 parts per million (ppm);

Class C:

- Water vapor, simple asphyxiating gases or compressed air;

Class D:

- Other fluid not framed above.

Equipment of this size must obey in a standardized manner the question of valves or safety devices with a set opening pressure equal to or less PMTA (Maximum Allowable Working Pressure).

Figure 3 - Digester during the production of flour

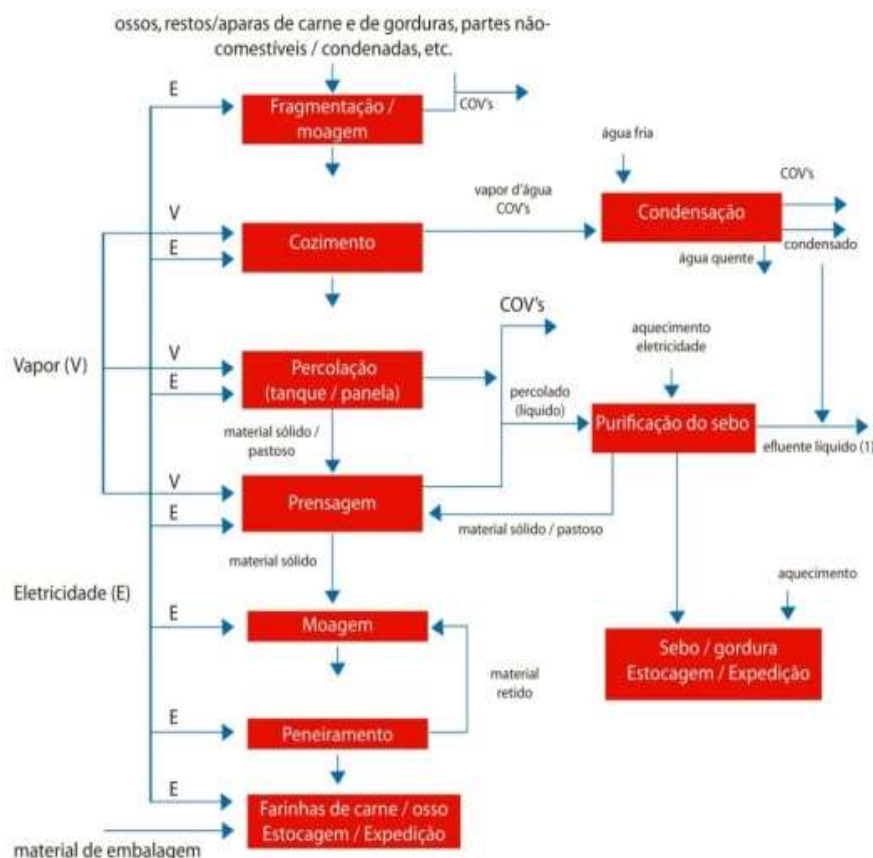


Source: Haarslev, 2017.

2.3 - Processes

The description of this diagram shows the main steps of the process of industrialization concerning to the grease in the manufacture of flour, which is manufactured from products of animal origin.

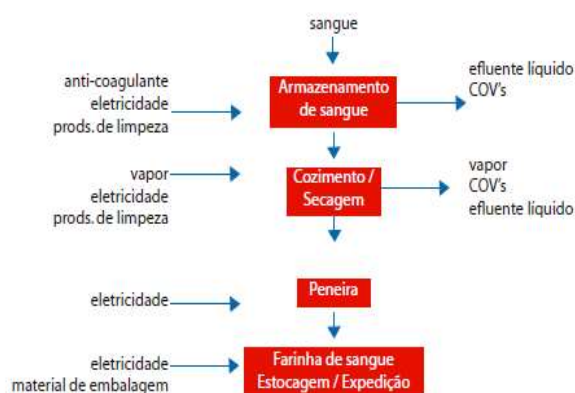
Figure 4 - Flowchart of grease in flour production



Source: CETESB, 2006.

Upon receipt of the raw material to initiate the process, the wastes are stored in the milling and grinding resulting in the blending of various products until a pasty mass is formed. It will then be transported to cooking at high temperatures. This operation is considered one of the main ones in the production and it can be carried out by routes: wet, dry or by humidity. Once the cooking is complete, the solids will be separated by percolation and sieving where the product is discharged by a tank or a heated steam percolating pan. Following this sequence, the organic elements are brought to the centrifugation and decantation procedure, that is, will occur separation of the solid and aqueous products occurs. In the percolating tank a part of the residue will be reused in the soap making, while the aqueous phase is evaporated in the obtaining of proteins. Then the product is hot pressed, releasing more fat along with other products percolated to acquire the purification. Then it will be processed in mills to go to the sifting, thus having the ideal granulometry for flour and finally the product will be ready for the expedition. There is still the production of flour from blood, which is demonstrated in the flowchart below.

Figure 5 - Flowchart in the production of blood meal



Source: CETESB, 2006.

Before starting this process, the blood will be collected in the rotating tank, which has special stainless steel pipes with high chrome alloys, which will stir at high speed thus avoiding coagulation. The product is then directed to the digester which is prepared for cooking by operating under open pressure to obtain the powdered blood. The above steps take about 3 hours. Posteriorly the material is discharged, so there is rotating inversion when it is sieved. Then the material is ready for commercialization in pharmaceutical laboratories, meat and sausage industries and pet food.

III. FINAL CONSIDERATIONS

The equipment that was cited in this article is responsible for the flour manufacturing process. The hopper receives the product, the conveyor thread conducts the product to the digester, which will finish the cooking step. The main problems pointed out in this writing are the consumption of electric energy is exorbitant and the excessive weight of the machines. Another problem is related to the wear of the machinery due to the immediate contact with the organic material. By working all day, the service life of the mechanisms is diminished as a result of the oxidation and the intense noise.

Another fact to be reported is that the shaft, one of the digester devices, during assembly, must be concentrically

mounted to avoid contact of the blades with the internal body. Otherwise, there will be a peak of energy, fatigue, wear of the component due to misplacement that will lead to malfunction.

This article aimed to inform about the machines and equipment used in the manufacture of flour and also clarify the industrial process behind the production of this item from animal origin. Due to the large-scale production of leftovers from the waste in refrigerators, the main problems pointed out during writing are related to the oxidation and fatigue of the materials that compose them, but also to the high consumption of electric energy. According to what has been verified in this article, the equipment is designed and constructed, according to the size of work and the volumetric capacity following the international norms.

IV. REFERENCES

NOGUEIRA, Salvador. Vale por um bifinho? **Revista Superinteressante**, ed. 237, março de 2007, Link disponível: <https://super.abril.com.br/historia/vale-por-um-bifinho/>.

GRAXARIA BRASILEIRA, **Revista**. Reciclagem animal. Ano 9, ed. 49, janeiro a fevereiro de 2016. Editora Stilo.

GRAXARIA BRASILEIRA, **Revista**. Reciclagem animal. Ano 9, ed. 51, maio a junho de 2016. Editora Stilo.

FERREIRA, Vânia Margarida. Uma Alternativa para se Internacionalizar: Estudo do Caso de Empresa de Médio Porte do Agronegócio Brasileiro. **Revista Sodebras** (online), v. 12, nº 134, fev. 2017, p. 31-36. ISSN 1809-3957. Link disponível: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N134.pdf>. Acessado em abril de 2018.

BORGES, Fernanda. **Estado de Minas**. Mercado de nutrição animal, 21 setembro de 2015. Link disponível:

https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuaria/2015/09/21/interna_agropecuaria,690259/mercado-de-nutricao-animal-desconhece-dificuldades-mantem-investment.shtml

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. **Graxaria processamento de materiais de abatedouros e frigoríficos bovinos e suínos**. Guia técnico ambiental de graxarias, ano 2006. Link disponível:

<http://cetesb.sp.gov.br/>

Indústrias, Haarslev. **Digestor Contínuo**. Página acessada nos meses de setembro a dezembro 2017. Link disponível: <http://www.haarslev.com.br/digestorcontinuo.html>

Trabalho, Ministério. **Norma Regulamentar de Vasos e Pressões, Nº 13**. Link disponível:

<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-13-caldeiras-vasos-de-pressao-e-tubulacoes>

V. COPYRIGHT

I, Matheus Silva da Rosa, of the article “Processes for the manufacture of the animal meal by mechanical procedures”, authorize it to be published in the journal in the magazine Sodebras.

Submetido em: 27/02/2018

Aprovado em: 07/04/2018

USO DO NÍVEL DE PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA PARA MINIMIZAÇÃO DE DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO

USE OF PRODUCTIVITY LEVEL AND EFFICIENCY FOR MINIMIZING WASTE FROM MANUFACTURE RUBBER: A CASE STUDY

GABRIELA ZUCCHETTI KESSLER¹; LIANE MAHLMANN KIPPER²; FLÁVIA LUANA DA SILVA³
ANDRÉ LUIZ EMMEL SILVA^{1,1}; HENRIQUE SCHWEMGBER^{1,2}

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL (UNISC)

gabizkessler@gmail.com; liane@unisc.br; andresilva@unisc.br; xuemba@hotmail.com;

flavial_silva@hotmail.com

Resumo – As empresas buscam constantemente a melhoria em seus processos internos, contudo, o índice OEE - eficiência global de equipamentos, e a implementação da manufatura enxuta, possuem relação e podem ajudar nessa busca. Assim, a partir de um estudo de caso em uma empresa do ramo de manufatura em tecnologia o problema a ser resolvido foi a minimização de desperdícios visando a produção enxuta a partir de conhecimento do índice OEE. Por este fato, um estudo de caso foi realizado com o objetivo de acompanhar o processo de produção de pistas de boliche, no setor de marcenaria, avaliando melhorias no OEE e propondo a minimização dos desperdícios para a produção enxuta. Dos principais resultados encontrados destaca-se que com a implantação do OEE foi possível identificar onde os problemas estão de fato acontecendo, de modo confiável, garantindo maior produtividade. Com o uso do OEE observou-se que apenas 9% do tempo de operação da máquina ocorria dentro do padrão e 91% fora do padrão calculado pelo índice OEE. O alto tempo de setup, elevado mix de produtos e o fato de não se possuir um lote padrão de produção foram as causas detectadas, e para resolvê-las sugere-se o uso do Kaizen visando padronizar o fluxo do processo.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta. OEE. Minimização de Desperdícios.

Abstract - Companies are constantly looking for improvement in their internal processes, however, the OEE - Overall Equipment Effectiveness), and the implementation of lean manufacturing, are related and can help in this search. Thus, from a case study in a technology manufacturing company the problem to be solved was the minimization of wastes aiming at lean production from knowledge of the OEE index. For this reason, a case study was carried out with the objective of accompanying the bowling alley production process in the woodworking sector, evaluating improvements in OEE and proposing the minimization of wastes for lean production. Of the main results found, it is possible to identify where the problems are actually happening, in a reliable way, guaranteeing greater productivity. Using OEE, it was observed that only 9% of the machine operating time occurred within the standard and 91% non-standard calculated by the OEE index. The high setup time, high product mix and the lack of a standard production lot were the causes detected, and to solve them it is suggested to use Kaizen to standardize the flow of the process.

Keywords: Lean Manufacturing. OEE. Waste minimization.

I. INTRODUÇÃO

As empresas preocupam-se em serem produtivas e conquistarem uma posição boa no mercado em que atuam.

Para buscar a perfeição, muitos gerentes precisam mudar o estilo de liderança e suas políticas de gestão. Wright (2011) comenta que os gestores dos níveis mais elevados nas empresas, são os principais responsáveis pelo desempenho organizacional, e aponta ainda que a liderança estratégica é cada vez mais importante nas instituições

Todas as empresas possuem processos e operações. Entende-se por processo o caminho pelo qual a matéria prima e a informação são transformadas em produtos ou serviços. Segundo Shingo (1996), o processo de manufatura é formado por processamento, inspeção, transporte e estocagem. Já as operações, são as ações efetuadas sobre os materiais e a informações pelos trabalhadores e pelas máquinas. A capacidade de processo deve servir às necessidades de produção e não determiná-las. Por exemplo, a presença de máquinas de alta capacidade não deve ser utilizada visando justificar o processamento em grandes lotes e a estocagem de produtos não-processados.

Ainda, sabe-se que estoques intermediários, desperdícios, setup, paradas dos trabalhadores, funcionários ociosos, máquinas paradas, queda na velocidade de trabalho, são atividades que devem ser controladas.

Para isso, destaca-se a Filosofia *Lean*, que colabora para a organização possuir uma produção conforme a demanda. Assim como afirma Moróz (2009), o cliente deve ser a peça que aciona a produção.

Os indicadores de desempenho ajudam na mudança da mentalidade de produção e um dos bons exemplos a serem adotados é o indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE), que mostra uma visualização clara das perdas por disponibilidade, produtividade e qualidade. Para Jasiulewicz-Kaczmarek, Małgorzata e Piechowski (2016) o OEE é um guia útil para os gerentes de processos de produção que se esforçam para melhorar e construir a cooperação interna da empresa. O OEE também é capaz de medir o desempenho, identificar oportunidades de desenvolvimento e direcionar as melhorias na utilização de equipamentos ou processo (disponibilidade), a taxa operacional (desempenho) e a qualidade.

Dos estudos sobre o índice OEE e a implementação da manufatura enxuta, observa-se a existência de relação entre eles. Assim, a partir de um estudo de caso em uma empresa de grande porte do ramo de manufatura e tecnologia, o

problema a ser resolvido é a partir do conhecimento do OEE, propor a minimização de desperdícios visando a produção enxuta. Desta forma, o objetivo do artigo foi acompanhar o processo de produção de pistas de boliche, no setor de marcenaria, avaliando melhorias no OEE e propondo a minimização dos desperdícios para produção enxuta, afim de promover maior eficiência e produtividade na organização, alcançando o setor de marcenaria, assim como todos os outros que compõem a produção da empresa.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Manufatura Enxuta

Para conseguir quantificar o potencial do conceito de produção enxuta, Womack, Jones e Roos (1990) propõem que quando comparada à produção em massa, a fábrica enxuta requer: 1/2 o esforço humano na fábrica; 1/2 o espaço de fabricação; 1/2 investimentos em ferramentas; 1/2 horas a engenharia; e 1/2 hora de desenvolvimento de novos produtos. A produção enxuta visa qualidade, reação rápida em possíveis erros, controle e padronização de seus processos, domínio de sua produção, etc. Quando uma organização consegue ter todos estes controles, consequentemente, conseguirá impacto no mercado de trabalho.

Todos os níveis de planejamento dentro de uma organização precisam estar engajados para implementar e/ou gerenciar o processo de produção enxuta. Cada nível, precisa seguir passos diferentes e de forma correta para a implementação e gerenciamento da produção enxuta. O nível estratégico é responsável pelo planejamento dos 5 princípios necessários para a implementação da produção enxuta. O conceito de pensamento enxuto em um nível estratégico é implementado por um conjunto de princípios: (i) especificar o valor; (ii) identificar o fluxo de valor; (iii) fazer as etapas do processo em fluxo contínuo; (iv) promover uma cultura de produção puxada; (v) rumo a perfeição, melhorar de forma contínua (WOMACK; JONES, 1996).

Conforme Lu, Yang e Wang (2011), o primeiro passo é definir o estágio de gargalo como o marca-passos. Após, integrar os processos com um fluxo contínuo que puxa as ordens dos clientes e mantém o fluxo em andamento. O segundo, é integrar as estações de trabalho e as operações, para manter todo o sistema em um fluxo contínuo.

Ohno (1988) identificou sete desperdícios da Filosofia Lean: (1) Superprodução: desencoraja um fluxo suave e leva a armazenamentos excessivos; (2) Espera: ocorre quando o tempo está sendo usado de forma ineficaz; (3) Transporte: decorrente da inadequação do layout produtivo, e perda por estocagem de produto acabado; (4) Processamento inadequado: sistemas ou procedimentos são mais complexos do que o necessário, levando a transportes excessivo e má qualidade; (5) Estoques desnecessários: capital não utilizado, levando os custos de armazenamento, ou deterioração de bens; (6) Movimentos desnecessários: ergonomia da produção quando os funcionários precisam mover-se repetidamente em posições não naturais, possivelmente comprometendo a qualidade do produto; (7) Custos dos defeitos: desperdício de material produzido que potencialmente poderia trazer receita.

Autonomação: a Filosofia Lean enfatiza a redução de defeitos de qualidade através da autonomação. Autonomia dada ao operador ou à máquina para detectar problemas ou parar a produção na ocorrência de qualquer anormalidade no

processo (SANTOS, 2017). Os autores relatam que a autonomação tem um efeito significativo na qualidade, mas o JIT (*Just in Time*) tem o efeito mais forte sobre esta medida (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014). A autonomação é um mecanismo de controle, que pode ser entendido como automação com toque humano e consiste facultar ao operador ou a máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade no processo produtivo (PIRAN *et al*, 2016). A coluna de autonomação, portanto, envolve a manutenção preventiva total, defeito automático e paradas, controle de qualidade, "Poka Yoke" (verificação de erro).

Balanceamento das linhas de produção: para Gürsoy e Kircali (2015) as linhas de montagem consistem em operadores, operações e máquinas. Os operadores são considerados de forma igual sobre as operações e máquinas durante o balanceamento de linha. O tempo padrão das operações são geralmente diferentes uns dos outros. Também, um operador pode trabalhar em várias operações ou vários operadores podem trabalhar em uma operação durante o balanceamento.

Controle visual: em um ambiente de manufatura enxuta, controles visuais são determinantes para facilitar atividades de trabalho efetivo (CUNNINGHAM, FIUME, ADAMS, 2003). Transformações visuais podem fazer informações complexas se tornarem simples, fornecendo aos trabalhadores de chão de fábrica medições de desempenho de fácil acesso (CARDINAEELS, 2008). Isso ajuda a garantir a entrega pontual de produtos com qualidade que atendem às especificações do cliente.

Gargalos e limitações de capacidade: gargalo pode ser compreendido como o recurso mais lento, ou seja, o que apresenta maior morosidade dentro do fluxo. Mas não basta somente ser o mais lento, mas também possuir uma demanda maior ou igual à sua capacidade para ser considerado gargalo. A eliminação e identificação de gargalos é a forma mais eficaz para melhorar o desempenho de um sistema (LI; MEERKOV, 2009). Realizar análise de gargalo para identificar a máquina gargalo e melhorar o desempenho de uma máquina, reduz o tempo de ciclo e tempo de inatividade. Assim, a taxa de transferência de linha pode ser aumentada. Como mostrado por Li e Meerkov (2009), um gargalo é o resultado de todas as máquinas e suas posições e interações no sistema.

Just-in-time (JIT): o sistema visa administrar a manufatura de forma clara e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra. O resultado é um sistema de manufatura capaz de atender às exigências de qualidade e entrega de um cliente, ao menor custo (ALVES, 1995).

Kaizen: Imai (1986) apresenta Kaizen como conceito útil para compreender a aplicação de ferramentas no âmbito da produção enxuta. O mesmo autor argumenta que o Kaizen é simplesmente um conceito de "guarda-chuva", cobrindo a maioria das práticas japonesas que alcançaram fama mundial. O primeiro passo é provocar a necessidade de melhoria, e o resto dos passos são semelhantes ao processo geral de problemas na melhoria contínua.

Kanban: O Kanban corresponde à função de controle, já o Sistema Toyota de Produção corresponde a função de planejamento (VIEIRA; DE SOUZA, 2016). O Kanban é baseado na utilização de cartões com a finalidade de controlar o fluxo de materiais em um processo produtivo. Com ele é possível controlar o estoque mínimo e proporciona controle

visual, executando as funções de precisão. O principal objetivo da Kanban é organizar e otimizar a produção tornando simples a maneira de entender a produção empurrada, não gerando refugo, reprocesso ou retrabalho (LIMA; MENDES; PAULISTA, 2015).

Linha de produção flexível: existem linhas de produção que não são favoráveis a uma produção flexível. Ou seja, preferem que todas as peças sejam processadas de acordo com uma sequência pré-determinada de operações. Com ambientes de fabricação flexível, um tipo de produto final pode ser produzido por várias sequências diferentes de operações. Práticos exemplos de sequenciamento de operações podem ser amplamente encontrados na montagem do produto, bem como na usinagem de processos (ZHANG; YUE, 2011).

Melhoria de layout e sistemas de transporte: sabe-se que um bom layout proporciona uma movimentação e acesso a qualquer material de modo rápido, fácil e seguro. Com um layout adequado, os produtos serão localizados e movimentados de forma rápida, as distâncias serão reduzidas e os retrabalhos, desperdícios e avarias poderão ser evitados, reduzindo os custos da operação (LAHMAR; BENJAAFAR, 2005).

Nivelamento da produção: segundo Marksberry, Badurdeen e Maginnis (2011), os engenheiros que são responsáveis pelos cálculos das programações de produção com base em informações de vendas e recursos na fabricação. Alterações em recursos são ajustadas através das seções e negociadas através de uma gestão.

Análise da demanda: é dinâmica e imprevisível. Nesse contexto de oscilações de demanda, pode-se destacar duas perdas frequentes: (i) perda por ruptura, relacionada à falta de produto para atender à demanda, e (ii) perda por super estocagem, relacionada ao super dimensionamento dos estoques (FUHRMANN, 2016).

Sincronização: o balanceamento das linhas de produção permite garantir a sequência do fluxo do processo de maneira eficiente. Para isso, precisa estar com as linhas balanceadas de modo a conseguir a sincronização da produção (LÚCIO *et al.*, 2016). Conforme Shingo (1986, p. 34), “Em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer determinada função de inspeção.

Trabalhadores com múltiplas habilidades: com a adoção do sistema de produção enxuta, o perfil do colaborador se alterou, tornando-se multifuncional e polivalente. A realização de operações repetitivas, simplificadas e fragmentadas passa a não existir. Exige-se dele a capacidade de mobilizar saberes, conhecimentos e esquemas mentais para resolver problemas (SOUZA, 2013).

Troca rápida de ferramentas: para Shingo (1996) a troca de ferramentas e matrizes precisam ser divididas em setup interno, cujos procedimentos só podem ser executados quando a máquina está parada e setup externo, os procedimentos podem ser executados enquanto a máquina está operando. Shingo (1996) define alguns benefícios que são gerados por estas ações: redução do tempo de setup e taxas de operação de máquina terão aumento.

2.2 - OEE (Overall Equipment Efficiency)

O OEE tem origem na manutenção produtiva total (TPM - *Total Productive Maintenance*) política que surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial e aplicada pela

primeira vez em uma empresa da cadeia automotiva, chamada Nippondenso (STAMATIS, 2011).

Gambaro *et al.* (2015) diz que o TPM consiste em uma metodologia para melhorar a eficiência das máquinas, por meio de melhorias no sistema do equipamento, procedimentos operacionais, manutenção e desenvolvimento de processos para evitar problemas futuros. Portanto, o objetivo do TPM é maximizar a eficiência global dos sistemas de produção a partir da melhoria e medida da eficiência das máquinas que o compõem.

Nessas condições, a utilização do índice de Eficiência Global de Equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness - OEE*) como indicador de desempenho de processos tem como vantagens a visualização clara das perdas por eficiência, produtividade e qualidade. Na construção do OEE entende-se por eficiência o tempo efetivo produzindo. Já a produtividade é conceituada através da velocidade do processo de produção e a qualidade através das peças produzidas. Jonsson e Lesshammar (1999) afirmam que o OEE permite a partir de uma medição simplificada, indicar as áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias. Dessa forma, o desdobramento do OEE em diferentes processos interdependentes proporciona a comparação entre patamares de desempenho bem como a identificação das restrições que limitam a produtividade das organizações. Além disso, permite a elaboração de planos de ação no sentido de melhorar continuamente os níveis de eficiência do sistema como um todo.

III. METODOLOGIA

A pesquisa foi um estudo de caso realizado em uma empresa, localizada no Estado do Rio Grande do Sul - BR, a qual conta com uma área construída de 13 mil m². Atuante no segmento de informação e entretenimento, suas tecnologias estão presentes em todos estados brasileiros e em países dos 5 continentes.

Miguel (2007) comenta que o estudo de é de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, em um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não estão claramente definidas, ou seja, um estudo realizado em uma empresa configura um estudo de caso. Lima *et al.* (2012) e Yin (2015) definem as seguintes etapas para a realização do estudo de caso: formulação do problema, definição da unidade de pesquisa, definição do número de casos, elaboração de um protocolo, coleta de dados, análise e avaliação e relatório.

Na formulação do problema, identificou-se o assunto desenvolvido nessa pesquisa, definindo-se como um caso único. A produção de pistas de boliche, no setor de marcenaria, foi o escolhido para avaliar melhorias no OEE e propondo a minimização dos desperdícios, focando sempre na produção enxuta. Realizou-se diagnóstico da situação atual do processo (macro) e diagnóstico da máquina gargalo no processo, para identificar qual o nível de eficiência e produtividade.

Para a coleta de dados foi utilizada a técnica de observação e análise documental. Na análise de dados, os tempos de cronometragem foram cedidos pela empresa e a partir destas informações foram desenvolvidos os cálculos do índice OEE. A partir da análise e avaliação dos resultados encontrados propôs-se no relatório encaminhado à empresa o uso de ferramentas do sistema enxuto de produção para melhorar os índices de produtividade e eficiência, e sua validação deu-se a partir da análise do especialista e das variações no OEE.

IV. RESULTADOS

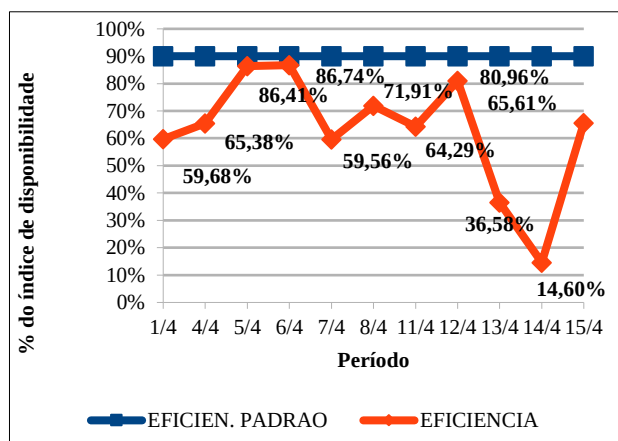
O sistema integrado utilizado na organização estudada é o MRP (Manufacturing Resource Planning). Ele recebe os pedidos de venda, efetua os cálculos, verifica o estoque de matéria prima e gera o que for necessário para a produção do item que foi vendido. Os tempos foram coletados no chão de fábrica através do sistema de apontamento da produção desenvolvido internamente pela empresa. Neste estudo o tempo total de produção e paradas impactam no indicador de eficiência, os tempos de execução de cada ordem de serviço impactam no indicador de produtividade e a quantidade de peças conformes e não conforme impactam no indicador de qualidade. A partir destas informações, foram realizados os cálculos de disponibilidade, produtividade e qualidade. Através destes três índices pode-se proceder ao cálculo do OEE.

Para realização do cálculo da disponibilidade utilizando-se a Equação 1:

$$DISPONIBILIDADE = \frac{(TEMPO\ TOTAL\ PRODUZINDO - TEMPO\ DE\ INTERRUPÇÕES)}{(TEMPO\ TOTAL\ DISPONÍVEL)} \quad (1)$$

Constatou-se que a disponibilidade ótima para a empresa seria de 90%. Isso foi definido por Nakajima (1988), os valores de OEE e seus índices para equipamentos de empresas de classe mundial são: OEE $\geq$ 85%, resultante de eficiência $\geq$ 90%, Produtividade $\geq$ 95% e taxa de qualidade $\geq$ 99%. Contudo, conforme Figura 1, a disponibilidade sofre variação, pois a empresa não possui padrões de fabricação. Os tempos de interrupções, caminhadas desnecessárias, busca por materiais, conferência das peças, entre outras atividades, são altos, por isso essa variação.

Figura 1 - Índices de disponibilidade



Fonte: Kessler, 2016.

O passo seguinte é o cálculo do índice de produtividade, que é realizado conforme a Equação 2:

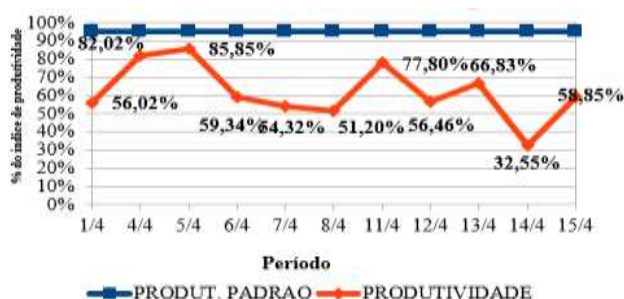
$$PRODUTIVIDADE = \frac{(TEMPO\ TOTAL\ PROGRAMADO)}{(TEMPO\ TOTAL\ PRODUZINDO)} \quad (2)$$

A Figura 2 apresenta os índices de produtividade. Devido à grande quantidade de ordens de serviço diárias, realiza-se uma média de produtividade.

Na figura 2 estão disponibilizados os valores da variância e desvio padrão ocorrido de cada dia. Quanto maior

o valor do desvio padrão, mais os valores de produtividade estão variando mais entre o conjunto analisado. Portanto, é importante a estabilidade do processo, diminuindo a sua variabilidade para depois definir qual o fluxo mais adequado para ocorrer desperdícios.

Figura 2 – Índices de produtividade



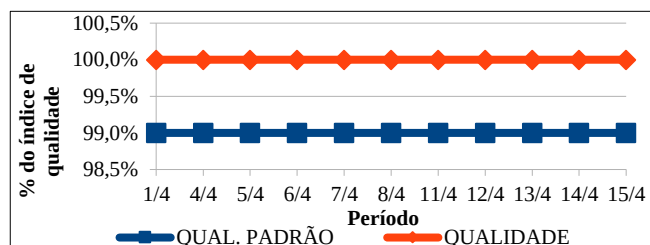
Fonte: Kessler, 2016.

O próximo índice a ser calculado é o de qualidade, que é calculado da seguinte maneira:

$$QUALIDADE = \frac{(QUANTIDADE\ PEÇAS\ PRODUZIDAS)}{(QUANTIDADE\ PEÇAS\ PROGRAMADAS)} \quad (3)$$

Aplicando-se esta equação aos dados obtidos, têm-se os seguintes resultados ao longo do período analisado:

Figura 3 – Índices de qualidade



Fonte: Kessler, 2016.

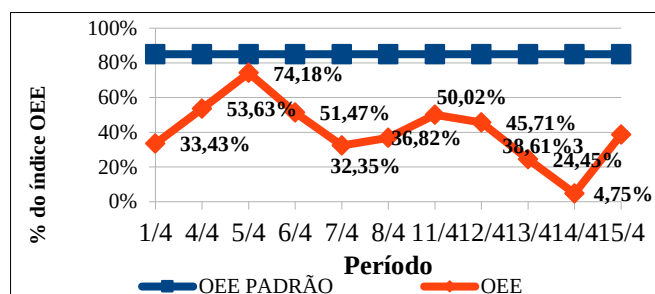
O gráfico da qualidade revela que esta se encontra acima da meta estipulada, conforme Nakajima (1988). Observa-se que no processo não ocorre o apontamento dos refugos. Se a empresa fizesse esses apontamentos, a qualidade ficaria abaixo da meta.

Por fim, procede-se o cálculo do índice OEE, utilizando os valores de disponibilidade, produtividade e qualidade já calculados. Para isto, aplicamos a seguinte equação:

$$OEE = DISPONIBILIDADE \times PRODUTIVIDADE \times QUALIDADE$$

Desta forma, a partir dos resultados previamente obtidos temos:

Figura 4 – Índices de OEE



Fonte: Kessler, 2016.

Analisando os resultados, observa-se que apenas no dia 05/04, com 74,18 %, a empresa atingiu o padrão de processo que é considerado aceitável. De acordo com Hansen (2006), o índice OEE aceitável é de 65% a 75%. Nos demais dias, o índice permaneceu abaixo dos 65%, o que é considerado inaceitável.

A empresa trabalha com a manutenção preventiva e corretiva. A manutenção preventiva é feita nas máquinas denominadas importantes dentro da empresa e ocupa 14,1% do total na distribuição das paradas. Com 16,4% está a manutenção corretiva.

O “vácuo insuficiente” também está listado nos motivos de parada. Isto acontece pelo fato do gabarito da peça a ser fabricada, não ser fixada por parafusos ou outros elementos de fixação. O gabarito é preso com ar comprimido, e as borrachas que ajudam a fixar este gabarito, para evitar que a peça não escorregue e acabe cedendo. Com isto, o operador tem um tempo de perda para conseguir desprender o gabarito da máquina. Com uma manutenção preventiva, este tempo de parada poderia ser reduzido, pois as borrachas necessitam ser trocadas em um período padrão.

Como pode-se perceber no gráfico dos índices de qualidade, a empresa não tem o controle dos seus refugos. Para isto, sugere-se um apontamento para estes refugos. Isto pode ser feito da seguinte forma: quando for fabricado determinado lote e houver refugo de alguma peça, estas peças, para serem fabricadas novamente, necessitarão de uma nova ordem de produção. Só assim, a empresa conseguirá medir com exatidão o índice de qualidade.

O setup da empresa é apontado por mês. Não existe controle por produto ou por peças. O correto seria a empresa conseguir controlar o setup para cada peça. O sistema tem capacidade para ser abastecido por esta informação, falta orientar os funcionários para realizar esta tarefa.

Muitas vezes, a empresa necessita escolher o que vai priorizar, se é a produção ou a data de entrega para o cliente. Se encaixar vários pedidos do mesmo produto, consequentemente a produção vai trabalhar de forma mais eficiente, mas poderá haver atraso no prazo de entrega com seus clientes. Para solucionar este problema e favorecer as duas partes, sugere-se que o prazo de entrega seja maior.

A proposta do uso do Kaizen foi apresentada para o líder do PCP. O líder concordou com esta proposta e relatou que com a implantação do índice que mensura a produtividade, eficiência e qualidade dos recursos da fábrica foi possível identificar onde os problemas estão de fato acontecendo e de modo confiável. Antes disso, estes erros eram percebidos apenas pelo gestor da área. Com o índice foi possível identificar quais são as principais paradas de cada recurso e com isso, é possível aplicar os cinco princípios da

manufatura enxuta afim de diminuir ou eliminar determinadas paradas dos recursos. A primeira e maior parada que havia era o tempo sem apontamento do recurso, e isso foi resolvido com conscientização e treinamento para que façam o apontamento correta.

V. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados apontam que o nível do OEE está abaixo do aceitável para a empresa. Assim, durante o acompanhamento do processo, como contribuição, foi proposto uma minimização dos desperdícios para o avanço da produção enxuta.

A empresa através da visualização dos resultados do estudo de caso e da análise de proposta de implementação do Kaizen, conseguiu identificar os problemas de forma confiável, antes de acarretar maiores perdas. Identificando também as principais paradas, onde a aplicação dos cinco princípios da manufatura enxuta se adequou para resolver os problemas de produtividade da organização.

A ferramenta OEE realmente foi eficiente para análise dos processos. A empresa permaneceu 9% do tempo de operação da máquina dentro do padrão e 91% fora do padrão calculado pelo índice OEE, devendo assim, implementar ações para aumentar a produtividade. Na forma de cálculo do índice de qualidade observou-se que não ocorriam os apontamentos dos refugos, e por consequência apresentou-se extremamente alto, não revelando a realidade em termos da qualidade existente no processo produtivo.

Como limitação, a principal causa para a variação do índice OEE são o alto tempo de setup, elevado mix de produtos e o fato de não se possuir um lote padrão de produção. Outra resposta que a empresa encontrou para essa variação é o fato da produção ser contra pedido. Essa produção funciona do modo de é quando entra um pedido com quantidades maiores, este índice aumenta por dividir o tempo de setup em mais quantidades produzidas na ordem de produção e também o operador trabalhar mais tempo efetivo nesta ordem. Para estabilizar o índice, precisa-se padronizar o fluxo do processo.

VI. REFERÊNCIAS

- ALVES, João Murta. **O sistema just-in-time reduz os custos do processo produtivo**. IV Congresso Internacional de Custos, Universidade Estadual de Campinas, 1995.
- BELEKOUKIAS, Ioannis; GARZA-REYES, Jose Arturo; KUMAR, Vikas. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations, **International Journal of Production Research**, v. 18, n. 52, pp. 5346-5366, 2014.
- CARDINAELS, Eddy. The interplay between cost accounting knowledge and presentation formats in cost-based decision-making. **Accounting, Organizations and Society**, v. 33, n. 6, p. 582-602, 2008.
- CUNNINGHAM, Jean E.; FIUME, Orest J.; ADAMS, Emily. Real numbers: Management accounting in a lean organization. **Managing Times Press**, 2003.
- FUHRMANN, Gustavo Lamim. **Análise dos novos condicionantes da oferta nacional de gás natural e a demanda termelétrica no próximo decênio**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016

- GAMBARO, Alex A.; SELEME, Robson; de Paula, Alessandra. **OEE (eficiência global dos equipamentos) como uma ferramenta valiosa para o monitoramento da eficiência produtiva em empresa de pequeno porte**. In: V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2015.
- GÜRSOY, Arif; KIRCALI Gürsoy, Necla. On the flexibility constrained line balancing problem in lean manufacturing. **Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon**, v. 25, n. 4, 2015
- HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Tradução de Altair Flamarion klippel. Porto Alegre: bookman, 2006.
- IMAI, M. **Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success**, McGraw-Hill, New York, 1986.
- JASIULEWICZ-KACZMAREK, Małgorzata; IECHOWSKI, Mariusz. **Practical Aspects of OEE in Automotive Company—Case Study**. 2016.
- JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, 1999.
- KESSLER, Gabriela Zucchetti *et al.* **Análise do nível de eficiência e produtividade em uma empresa do ramo da tecnologia para desenvolvimento da filosofia enxuta**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016.
- LAHMAR, Maher; BENJAFFAR, Saif. Design of distributed layouts. **IIE Transactions**, v. 37, n. 4, p. 303-318, 2005.
- LAURINDO, Rosemeri; MAFRA, Ticiane. Cienciometria da revista Comunicação & Sociedade identifica interfaces da área. **Comunicação & Sociedade**, v. 31, n. 53, p. 233-260, 2010.
- LI, Jingshan; MEERKOV, Semyon M. **Production systems engineering**. Springer Science & Business Media, 2009.
- LIMA, J.P.C., ANTUNES, M.T.P., DE MENDONÇA NETO, R.; PELEIAS, I.R. Estudos de caso e sua aplicação: proposta de um esquema teórico para pesquisas no campo da contabilidade. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 6, n. 14, p.127-144, 2012.
- LIMA, Mariana Ribeiro; MENDES, Michele Rodrigues; PAULISTA, Paulo Henrique. Kanban, o sistema japonês que se globalizou. **Revista Científica da FEPI**, v. 8, n. 2, 2015.
- LU, Jiunn-Chenn; YANG, Taho; WANG, Cheng-Yi. A lean pull system design analysed by value stream mapping and multiple criteria decision-making method under demand uncertainty. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 24, n. 3, p. 211-228, 2011.
- LÚCIO, Fernando Henrique *et al.* Poka-yoke: dispositivos à prova de erros auxiliando na inclusão de pessoas portadoras de deficiência. **Revista produção e engenharia**, v. 4, n. 2, p. 385-394, 2016.
- MARKSBERRY, Phillip; BADURDEEN, Fazleena; MAGINNIS, M. A. An investigation of Toyota's social-technical systems in production leveling. **Journal of manufacturing technology management**, v. 22, n. 5, p. 604-620, 2011.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Prod.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, Apr. 2007.
- MORÓZ, G. **Avaliação da aplicação da manufatura enxuta para a indústria moveleira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009.
- S. NAKAJIMA. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA: Productivity Press Inc., 1988.
- OHNO, T. **The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production**, Productivity Press, Portland, OR, 1988.
- PIRAN, Fábio Antonio Sartori *et al.* Nível de utilização de práticas do Lean Manufacturing: estudo multicase aplicado em empresas brasileiras do segmento metal mecânico. **Revista ESPACIOS**. v. 37, n. 03, 2016.
- SHINGO, Shigeo. **Study of the Toyota production systems**. Japan Management Association, Tokyo, 1981.
- SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção/ Trad. Eduardo Schaen**; 2ª edição; Bookman; Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SOUZA, Michel Aires de. **O modo de produção flexível e o novo perfil do trabalhador no século XXI**. Set/2013. Disponível em <
<http://filosofonet.wordpress.com/2013/09/05/o-modo-de-producao-flexivel-e-o-novo-perfil-do-trabalhador-no-seculo-xxi/>>. Acesso em: 30/03/2016.
- STAMATIS, D., H. **The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability**; CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, 2011.
- VIEIRA, Danilo Garbaza; DE SOUZA, Rodolfo Tavares. Administração de materiais com foco em otimização de custos: Uma comparação entre os métodos LEC e Just in Time. **Ciência Atual – Revista Científica Multidisciplinar das Faculdades São José**, v. 7, n. 1, 2016.
- WRIGHT, Peter L. **Administração estratégica conceitos**. 12ª reimpressão, São Paulo: Ed. Atlas, 2011.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**, Simon & Schuster, New York, NY, 1996.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production**, Harper Perennial, New York, NY, 1990.
- ZHANG, Liang; YUE, Xiaohang. Operations Sequencing in Flexible Production Lines With Bernoulli Machines. **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, v. 8, n. 3, 2011.
- YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.

VII. COPYRIGHT

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

Submetido em: 23/02/2017

Aprovado em: 01/05/2017