REVISTA

SODEBRAS

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 8 - N° 85 - Janeiro/ 2013
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

STUDY AND EVALUATION OF ALPHA AMYLASE AND GLUCOAMYLASE CONCENTRATIONS IN SWEET POTATO HYDROLYSIS – Fabiano Rodrigues De Souza; Márcio Antonio Da Silveira; Ana Fátima Botelho 03

BIODUNET: UM SISTEMA WEB OPEN SOURCE PARA MANIPULAÇÃO DE CLONAGEM EM PLASMÍDEOS - Eloá Carolina Nava Cardoso Palma; Maciel Escudero Bombonato; William Roberto Paiva; Marco Aurélio Takita; Marco Antonio Garcia De Carvalho 06

A PARTICIPAÇÃO DO LEITOR NO WEBJORNALISMO COMO VETOR DE DESENVOLVIMENTO: O CASO DO PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO - Lilian Cristina Monteiro França, Larissa Ferreira Santos Lima, Ricardo Gomes Costa Filho Alysson Prado Dos Santos 10

ANÁLISE DE VALORES EXTREMOS PARA DADOS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA - Hernani Martins Júnior; Thelma Sáfadi; Miguel Carvalho 16

EVALUACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ MEDIANTE LA ADECUACIÓN DE UN PANEL FOTOVOLTAICO COMO FUENTE DE ADQUISICIÓN DE DATOS - Agustín Valverde G; Sandra M. Aragón A. 21

A ATUAÇÃO DO PODER JUDICIÁRIO NA APLICAÇÃO DOS DEVERES ANEXOS DE CONDUTA - A CIDADANIA MODELANDO O ESTADO PELA ÉTICA NAS RELAÇÕES PRIVADAS - Sandra Sueli Ferreira Nunes 27

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE COM VISTA À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO DO USUÁRIO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS - Enzo Bernardes Rizzo; Sandro Rogério Lautenschlager 31

AVALIAÇÃO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS - Jamille Galvão Dos Santos; Getulio Teixeira Batista; Marcelo Dos Santos Targa; Luis Nery Rodrigues 36

AVALIAÇÃO DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO ALGODÃO - André Ricardo Gomes Bezerra; Sérgio Batista Assis Viana; Marcos Antonio Vanderlei Silva; Éder Stolben Moscon; Aracy Camilla Tardin Pinheiro 40

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE FIBRA E POLPAS DE BAMBU SUBMETIDAS AO PROCESSO INDUSTRIAL DE POLPAÇÃO KRAFT PARA UTILIZAÇÃO EM NOVOS MATERIAIS - Mario Guimarães Junior; Vagner Roberto Botaro; Kátia Monteiro Novack 44

O EMPREENDEDORISMO SOCIAL NA FORMAÇÃO E AÇÃO DO PROFISSIONAL ENFERMEIRO - Fábio Gonçalves Ferreira; Giovane Oliveira Vieira 48

QUEIMA MICROCONTROLADA DE BIOGÁS PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO COM BAIXA E INCONSTANTE VAZÃO - Osmar Da Rocha Simões; Márcio Abud Marcelino; Alice Reis De Souza; Ederaldo Godoy Júnior 53

RECICLAGEM DE ÓLEO DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA - Tatiana Aparecida Rosa Da Silva 58

RESÍDUO FERROSO DA INDÚSTRIA MINERADORA DE FOSFATADOS COMO AGREGADO MIUDO EM COMPOSITOS CIMENTICIOS - Aureo De Alencar Silva; Domingos Sávio De Resende; João Trajano Da Silva Neto; Augusto Cesar Da Silva Bezerra; Antonio Maria Claret De Gouveia 63

REVISÃO LITERÁRIA SOBRE O ESTUDO DA SUPERCONDUTIVIDADE EM LIGAS DE TITÂNIO - Reginaldo Toshihiro Konatu 67

ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM RESTRIÇÃO DE TRAJETO APLICADA A COLETA DE FUNCIONÁRIOS - Dalvana Matilde Tiburcio; Maria Teresinha Arns Steiner 69

SEMÁFORO INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO COM SISTEMA DE DETECÇÃO SEGURA - Sergio Ferreira De Oliveira; Marcio Abud Marcelino; Pedro Paulo Leite Do Prado 75

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

Volume 8 – n. 85 – Janeiro/2013

ISSN 1809-3957

STUDY AND EVALUATION OF ALPHA AMYLASE AND GLUCOAMYLASE CONCENTRATIONS IN SWEET POTATO HYDROLYSIS

FABIANO RODRIGUES DE SOUZA[1]; MÁRCIO ANTONIO DA SILVEIRA[2] ; ANA FÁTIMA BOTELHO[3]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – UFT; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS - LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS – LASPER; 3 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS - UFT
frsbio@hotmail.com

Abstract - In tropical environment there is a potential of search of new bioenergy systems like biomass utilization in bioprocess to convert sugar into alcohol. Sweet potato is an important alternative because its high performance in producing energy per area unit and time. Enzymatic hydrolysis is an important step in ethanol production, so it must be studied. Besides that is an advantageous biotechnology among others. The objective of this work was to identify the best concentrations of alpha amylase and glucoamylase in sweet potato enzymatic hydrolysis. Experiments were carried out in duplicate with flour obtained by Savelli et al. Method (1995) from BD#087 cultivars. Twenty-five tubes with several concentrations and enzymatic associations of alpha amylase and glucoamylase were evaluated. Densities ranged from 1,20 to 1,25 g/mL and quantities of 0; 20; 50; 100 and 200 µL of each enzyme. Hydrolyzed mean was diluted and Somogyi Method took place to quantify sugars in each concentration and enzymatic association. Data was plotted in a graphic and the best concentration was verified. When both enzymes were used together they produced high hydrolysis rates. Hydrolyzed sugar presented high conversion rate (67 g/L) in 200 µL amount of each enzyme. This behavior is because of alpha amylase action that broke starch into dextrin molecules and glucoamylase that hydrolyzed dextrin molecules and starch releasing glucose. Temperature of 60°C was chosen for glucoamylase, but for short times of incubation the best activity of this enzyme was in temperature of 75°C. New studies must done to verify if higher concentrations of enzymes will produce higher hydrolyzed sugar.

Keywords: Swet Potato, Alpha Amylase, Glucoamylase, Alcohol.

I. INTRODUCTION

Fuel reserves decreased in last years, so it is necessary to create alternative energy sources. Environment provides a wide range of renewable and sustainable sources. In tropical environment there is a potencial of search of new bioenergy systems like biomass utilization in bioprocess to convert sugar into alcohol. Sweet potato is an important alternative because its high performance in producing energy per area unit and time. Enzymatic hydrolysis is one of the mainly steps to produce ethanol and this alcohol has been consedered as an alternative fuel for future since fossim fuel is depleted in last decades. Microorganisms like *Clostridium* sp, the well-known yeast ethanol producers *Saccharomyces cerevisae* and *Zymomonas mobilis* are suitable candidates to produce ethanol (PEREIRA JR, 1991).

Curve and straight line equation were adopted during experiments to verify that absorbances were in range from

II. MATERIAL AND METHODS

Experiments were carried out in duplicate with flour obtained by Savelly et al. Method (1995) from BD#087 cultivars. Twenty five tubes with several concentations and enzymatic associations of alpha amylase and glucoamylase were evaluated. Densities ranged from 1,20 to 1,25 g/mL and quantities of 0; 20; 50; 100 and 200 µL of each enzyme. Hydrolyzed mean was diluted and Somgyi Method took place to quantify sugars in each concentration and enzymatic association. Data was plotted in a graphic and the best concentration was verified.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 presents data to obtain standard curve of glucose after Somogy's Method took place.

Table 1: Absorbance measures at 540 nm obtained from different glucose concentrations

Concentrations (µg/mL)	*Abs 1*	*Abs 2*	*Media*
0,0	0,0000	0,0000	**0,0000**
10,0	0,0250	0,0240	**0,0245**
20,0	0,0400	0,0450	**0,0425**
30,0	0,0620	0,0600	**0,0610**
40,0	0,0940	0,1000	**0,0970**
50,0	0,1070	0,1100	**0,1085**
60,0	0,1380	0,1390	**0,1385**
70,0	0,1630	0,1580	**0,1605**
80,0	0,1840	0,1900	**0,1870**
90,0	0,2040	0,2110	**0,2075**
100,0	0,2340	0,2390	**0,2365**

In Figure 1 it can be observed calibration standard curve obtained for known concentrations of glucose and straight line equation to determine all sugar free concentrations in experiments.

ISSN 1809-3957

0,0500 to 0,2000 which is a good dilution factor. In straight line equation "Y" represents obtained absorbance and "X" sugar free concentration in mean.

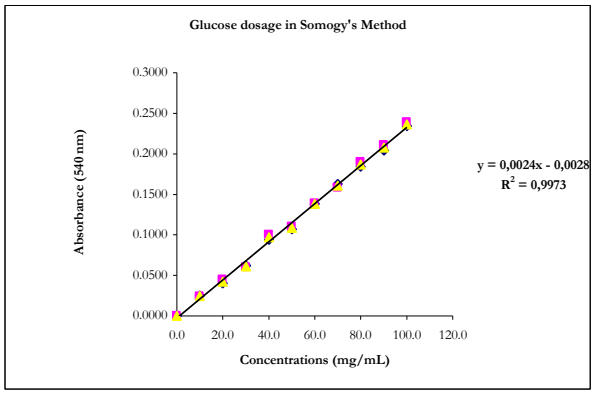


Figure 1 - Glucose concentration related to absorbance and straight line equation.

Uses of alpha amylase and glucoamylase together allowed high rates of hydrolysis of amylaceous materials. This is because of alpha amylase action which breaks starch molecules into dextrine molecules, while glucoamylase hydrolizes dextrine and starch molecules, releasing glucose.

It was verify that for shsort times of incubation better temperature to work with glucoamylase is near to 75°C.

Figure 2 shows best concentrations and enzymatic association of alpha and gluco amylase which is 200 μL of both enzymes (sample 25) with higher concentration of Hydrolyzed sugar.

Table 2 shows best condition of several concentrations and enzymatic associations of alcoholic fermentation experiments.

Samples (μL) (alfa/gluco)	Run	Media absorbance	Dilution Factor	Concentration (g/L)
0/0	1	0,072	250	7,79
0/20	2	0,070	500	15,17
0/50	3	0,054	500	11,83
0/100	4	0,067	500	14,54
0/200	5	0,113	500	24,13
20/0	6	0,039	500	8,71
20/20	7	0,176	250	18,57
20/50	8	0,203	250	21,44
20/100	9	0,042	1000	18,67
20/200	10	0,123	500	26,21
50/0	11	0,023	1000	10,75
50/20	12	0,255	500	53,71
50/50	13	0,274	500	57,67
50/100	14	0,125	500	26,52
50/200	15	0,136	500	28,81
100/0	16	0,113	250	12,06
100/20	17	0,093	500	19,96
100/50	18	0,070	1000	30,33
100/100	19	0,116	500	24,65
100/200	20	0,060	500	13,08
200/0	22	0,030	1000	13,46
200/20	21	0,154	500	32,67
200/50	23	0,084	1000	36,17
200/100	24	0,219	500	46,21
200/200	**25**	**0,158**	**1000**	**67,00**
s/ aquecimento	26	0,032	250	3,63
c/ aquecimento	27	0,102	250	10,92

Table 2 - Hydrolyzed sugar concentration from amylaceous material (*Ipomoea batatas (L) Lam*) using different concentrations and enzymatic associations of alpha amylase and glucoamylase.

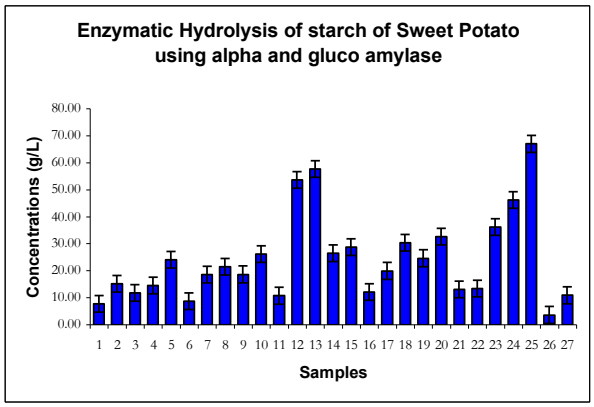


Figure 2 - Hydrolyzed sugar concentration by enzymes alpha and gluco amylase from starch of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) with stardard deviation (Samples presented on Table 2).

It can be verified on Table 2 and Figure 2 that higher concentration of sugar after hydrolysis enzymatic was 67,0 g/L with initial concentration of sweet potato flour of 10%. This initial concentration of free sugar would result according to stoichiometric data in a ethanol production of 34,0 g/L, value which is lower than destillaries. So it was used a 20% concentration that corresponds to half than used

ISSN 1809-3957

to industry to produce alcohol from maniot (30 – 40%) (Souza, 2006).

IV. CONCLUSIONS

Amylaceous materias from sweet potato when submitted to enzymatic hydrolysis (alpha and gluco amylase) and to fermentative process with microorganism Saccharomyces cerevisae presented a optimum rate of conversion from sugar to alcohol. Hydrolyzed mean of sweet potato do not need of empowerment during fermentation process in laboratorial production.

V. REFERENCES

SAVELLI, Roberto Antônio; PADUA, Tassiana Sousa; DOBRZYCKI, Jerzy Henryk; CAL-VIDAL, José. Análise texturométricas e microestruturais de pães franceses, contendo farinha de batata-doce. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 395-400, Março. 1995.

PEREIRA JÚNIOR, Nei. **Intensification of the D-xylose Fermentation Process**, 1991. Ph.D. Thesis, The University of Manchester, UK.

SOMOGY, Michael. Notes on sugar determination. **J. Biol. Chem.** n. 195, p. 19 – 23, 1952.

SOUZA, Fabiano Rodrigues. Estabelecimento de um processo fermentativo utilizando células livres, a partir de clones de batata-doce [Ipomoea batatas (L.) Lam.] selecionadas para as condições de Palmas - TO. 2006. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Campus de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2006.

VI. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

Revista SODEBRAS –Volume 8 – N° 85 - JANEIRO/ 2013

BIODUNET: UM SISTEMA WEB OPEN SOURCE PARA MANIPULAÇÃO DE CLONAGEM EM PLASMÍDEOS

ELOÁ CAROLINA NAVA CARDOSO PALMA[1]; MACIEL ESCUDERO BOMBONATO[1], WILLIAM ROBERTO PAIVA[1], MARCO AURÉLIO TAKITA[2], MARCO ANTONIO GARCIA DE CARVALHO[1];
1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP); 2 – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC)
elo.carol@gmail.com, maciel.bombonato@gmail.com, will.unicamp@gmail.com, takita@centrodecitricultura.br, magic@ft.unicamp.br,

Resumo** - Em biologia molecular, o processo de clonagem designa a inserção de um fragmento de DNA em um vetor, que se mantém no interior de células, normalmente bacterianas. Em geral, isto é feito com um gene ou região codificadora, utilizando-se, para tanto, diferentes enzimas que cortam (enzimas de restrição) e ligam (ligases) o DNA ao plasmídeo, vetor mais comumente usado. Biodunet é um banco de plasmídeos e enzimas de restrição que pode ser utilizado para simulação deste ensaio de clonagem. Trata-se de um sistema web open source concebido para simular a clonagem de fragmentos de DNA em plasmídeos, podendo ser acessado via URL 200.144.120.135:8081. A idéia é ajudar pesquisadores a fazer a construção in silico e criar uma ilustração gráfica dessa manipulação. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do Biodunet e suas funcionalidades. Como ferramentas de programação, foram utilizadas Java 1.5 +, Maven 2.2, Java Server Faces 2.0, Primefaces 3.2, Cupertino 1.0.2, Spring 3.0.5, MySQL 5.5, Graphics2D em uma interface web. O Biodunet permite acessar os locais de restrição do vetor e do fragmento, além de ajudar o usuário a tomar uma decisão sobre quais enzimas serão usadas para a construção. Dado que a decisão é feita, o sistema gera uma representação gráfica da nova construção que indica a posição de inserção em conjunto com a figura de vetor apenas para fins de ilustração.

Palavras-chave: plasmídeo, manipulação, enzimas de restrição, Java, Web, open source

I. INTRODUÇÃO

A biotecnologia, ou engenharia genética ou ainda tecnologia do DNA recombinante, consiste na manipulação direta do material genético das células (DNA), visando alterar características orgânicas ou introduzir novos caracteres genéticos nos seres vivos. Por isso, o uso da biotecnologia requer a identificação e isolamento de sequências de genes responsáveis por expressar uma característica de interesse. Assim são usados vetores de clonagem como plasmídeos, onde a sequência de interesse é inserida. Esse processo produz um organismo geneticamente modificado (OGM), também chamado de organismo transgênico, cuja característica adquirida passa a ser hereditária.

A clonagem pode ser utilizada na produção de insulina que é retirada de um gene humano e introduzida em bactérias. Essas produzem grande quantidade do hormônio que é isolado e purificado, são utilizados por diabéticos [1]. Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do sistema Biodunet e de suas funcionalidades. De maneira geral, o Biodunet possibilita a manipulação de plasmídeos, bem como a simulação da operação de clonagem. O artigo está organizado da seguinte forma. A sessão II apresenta alguns conceitos básicos, incluindo a clonagem de DNA. A sessão III cita brevemente quais são outros sistemas computacionais similares ao Biodunet. Na sessão IV, apresentam-se as funcionalidades e ferramentas computacionais utilizadas para desenvolvimento do Biodunet e, finalmente, as sessões V e VI ilustram a utilização do sistema proposto e suas possíveis melhorias, respectivamente.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A coleta de informações sobre enzimas de restrição e proteínas é motivo para pesquisas constantes. A Tecnologia do DNA Recombinante, também chamada engenharia genética ou simplesmente biotecnologia, é um conjunto de técnicas para localizar, isolar, alterar e estudar segmentos de DNA. O termo recombinante é usado frequentemente devido a tais técnicas serem usadas para combinar o material genético de fontes distintas, tornando-o bem sugestivo. É importante lembrar que cada bactéria tem seu próprio arsenal de enzimas de restrição e cada enzima reconhece apenas um tipo de sequência, independente da fonte de DNA. As enzimas de restrição são de vários tipos, dependendo da sua estrutura, da sua atividade e de seus sítios de reconhecimento e clivagem. Elas são as operárias da Tecnologia do DNA Recombinante e são usadas sempre que os fragmentos de DNA devem ser cortados de forma específica. Em uma reação típica de restrição, uma solução concentrada de DNA purificado é colocada em um pequeno tubo com uma solução tampão e uma pequena quantidade de enzima de restrição. A mistura da reação é então aquecida na temperatura ótima para a enzima, geralmente 37º C. Dentro de algumas horas, a enzima corta todos os sítios de restrição no DNA, produzindo um conjunto de fragmentos de DNA.

A origem do termo clonagem vem da Genética Bacteriana que considera uma colônia de bactérias como um clone porque todos os indivíduos são geneticamente idênticos à bactéria inicial. A técnica central da metodologia do DNA recombinante é a clonagem molecular, a qual consiste no isolamento e propagação de moléculas de DNA idênticas. A clonagem molecular compreende pelo menos dois estágios importantes. Primeiro, o fragmento do DNA de interesse chamado de inserto é ligado a uma outra molécula

ISSN 1809-3957

de DNA chamada de vetor para formar o que se chama de DNA recombinante. Segundo, a molécula do DNA recombinante é introduzida numa célula hospedeira compatível, num processo chamado de transformação. A célula hospedeira que adquiriu a molécula do DNA recombinante é agora chamada de transformante ou célula transformada. Um único transformante, em condições ideais, sofre muitos ciclos de divisão celular, produzindo uma colônia que contém milhares de cópias do DNA recombinante. [2].

Para isolar um gene, é preciso usar as enzimas de restrição que vão cortar a molécula de DNA em regiões específicas. Tais enzimas são encontradas nas próprias bactérias, como mecanismos de defesa contra bacteriófagos. As regiões específicas de corte podem também ser chamadas de sítios de restrição. Na técnica do DNA recombinante, usa-se um vetor para inserir nele o gene que foi retirado de um organismo. Plasmídeos são os vetores mais usados, e é caracterizado por uma molécula de DNA, normalmente circular, não ligada ao cromossomo, que fica no hialoplasma das bactérias. Multiplica-se a cada divisão celular, passando uma cópia para cada célula "filha".

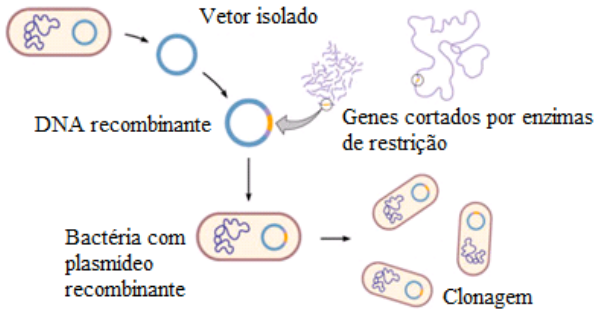


Figura 1 - Técnica do DNA recombinante

Após serem preparadas, as moléculas de DNA a serem clonadas são ligadas. Imaginando que tanto o fragmento de DNA quanto o vetor de clonagem foram cortados pela mesma enzima, o pareamento das bases complementares só é possível pela compatibilidade das regiões de corte. A figura 2 mostra as extremidades após o corte feito pela enzima de restrição *EcoRI*. As extremidades coesivas apresentam um pequeno número de nucleotídeos em cadeia simples que permitem sua união com outro fragmento de DNA pela complementaridade das bases:

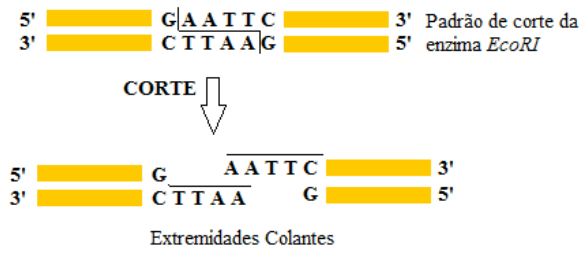


Figura 2 - Ação da enzima de restrição *EcoRI*, gerando extremidades coesivas e unindo fragmentos de DNA

Vale citar algumas aplicações mais conhecidas da técnica no DNA recombinante:

- Estudos de mecanismos de replicação e expressão de genes;
- Determinação da sequência de um gene (e proteína codificada);
- Manipular geneticamente a resistência a pestes em plantas para reduzir a dependência de pesticidas químicos;
- Grande aplicação na fabricação de produtos farmacêuticos, como por exemplo a produção de insulina humana e hormônio de crescimento humano;
- Terapia gênica (transferência direta de genes em humanos para tratar uma doença);
- Mapeamento gênico (capacidade de determinar a presença de genes responsáveis por vários distúrbios humanos).

III. TRABALHOS RELACIONADOS

Para o desenvolvimento do *Biodunet,* algumas ferramentas como *PlasMapper* e *PlasmaDNA* foram analisadas. *PlasMapper* é um servidor web que gera automaticamente mapeamentos de plasmídeos circulares. Tendo apenas o plasmídeo / sequência de DNA do vetor de entrada, *PlasMapper* identifica automaticamente e marca os promotores, terminadores, os sítios de restrição, entre outros elementos. Em seguida, apresenta as características identificadas na forma textual e gráfica multicolorida. A aparência e conteúdo da saída pode ser personalizado de várias maneiras usando opções fornecidas. Foi desenvolvido em linguagem Java e C na plataforma *web* [3].

PlasmaDNA e um software livre de manipulação e análise de DNA. É simples de aprender e usar, e contém vários recursos projetados para ajudar com a concepção de uma estratégia de clonagem bem sucedida e a geração das sequências de clones novos além do arquivamento da estratégia de clonagem [4].

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

Biodunet é um sistema *web*, *open source*, para ser uma ferramenta que possibilite simular a clonagem de plasmídeos feita em laboratório, para basicamente cadastrar plasmídeos e mapear suas regiões, considerando suas enzimas de restrição. Durante a validação do cadastro, o sistema separa cada parte da sequência de acordo com suas características, sendo: pontos de corte, DNA do plasmídeo e DNA externo (ou o que será inserido no plasmídeo). Seu objetivo é oferecer uma interface simples e que possibilite que a simulação do ensaio seja feita de forma ágil. Os administradores e usuários autenticados podem cadastrar plasmídeos e enzimas de corte que ficam disponíveis para acesso (consulta) público de forma que os usuários visitantes possam consultar toda a base de dados e possam utilizar estes dados para simular ensaios de clonagem.

Existe uma área aberta, onde o usuário poderá:

- Escolher o plasmídeo que está utilizando;
- Identificar os pontos de corte (ou sítios de restrição) de início e fim para inclusão de nova sequência;

ISSN 1809-3957

- Listar as enzimas e plasmídeos arquivados em banco de dados.

Ao escolher o plasmídeo, a sequência de DNA e a enzima de corte, o sistemasubstitui o intervalo entre os pontos de corte A e B pela sequência de DNA escolhida pelo usuário. Assim, um novo gráfico é gerado para que o usuário possa comparar as alterações do plasmídeo original com o recombinado.

Na área restrita, o usuário cadastrado tem permissão de incluir novos plasmídeos e enzimas de corte. Na versão atual, é possível analisar apenas uma sequência por vez. Por se tratar de um sistema web, é importante citar que o *Biodunet* pode ser utilizado em diversos navegadores, incluindo *Mozilla Firefox, Google Chrome* e *Internet Explorer*. Alguns dados técnicos importantes usados para o desenvolvimento do *web open source*:

- **Java versão 1.5 ou superior**;
- **Maven versão 2.2** : Para controlar dependências e fazer o processo de compilação e empacotamento da aplicação. Conhecido como *framework* utilitário que constrói a aplicação;
- ***Java Server Faces* versão 2.0** : É um *framework WEB* especificado pela Oracle pra componentes web customizáveis, com AJAX embutido;
- ***Primefaces* versão 3.2** : *framework* JSF complementar para tratar especificamente componentes de tela, inclusive a identidade visual da aplicação;
- **Cupertino versão 1.0.2** : extensão do *framework primefaces*, usado para suavizar e colorir a interface do software;
- **Spring versão 3.0.5** : um *framework open source* relacionado a Java que tem funções como injeção de dependências e controle de transações;
- **MySQL versão 5.5** : como banco de dados relacional onde ficam armazenados todos os dados de usuário, plasmídeos e enzimas;
- **Graphics2D** : biblioteca nativa do Java para desenhar figuras geométricas em duas dimensões, utilizada no sistema para criar os gráficos que representam os plasmídeos.

Os arquivos carregados devem seguir sempre o padrão NCBI [5], onde:

- Plasmideos são carregados um a um através de arquivo obtido no NCBI (atualmente o software reconhece exclusivamente este padrão);

Enzimas podem ser carregadas em lote e a fonte é a o Rebase [6].

V. RESULTADOS

Na validação de criação, o sistema separa cada parte da sequência de acordo com suas características, sendo sítios de corte, DNA do plasmídeo e DNA externo (ou o que foi inserido no plasmídeo).

O usuário deve informar o nome da sequência desejada e inserir no plasmídeo para que esta seja identificada tanto no plasmídeo quanto na listagem de características plasmidiais após a conclusão do ensaio.

Em seguida, o usuário insere a sequência desejada e o sistema calcula quais enzimas de corte são compatíveis. Para fazer essa análise, buscamos todas as enzimas de corte que fazem parte da base de dados do *Biodunet* e cada uma é validada da seguinte forma:

Primeiramente o sistema valida se o *codon* complementar foi informado na enzima de corte e em caso positivo, o sistema tenta encaixá-lo no *codon* principal, realizando o encaixe à direita e/ ou à esquerda. É possível também cadastrar enzimas de corte sem informar o *codon* complementar ou informá-lo de forma que o encaixe não seja necessário.

Biodunet torna possível simular a clonagem de fragmentos de DNA em plasmídeos feitos em laboratório. Basicamente, mapeia e registra os locais de restrição do vetor. Em seguida, o usuário insere o fragmento de DNA a ser clonado e o sistema faz o mapeamento dos locais de restrição. Como já citado, para fins de clonagem o sistema calcula quais as enzimas de restrição são compatíveis com ambas as sequências (plasmídeo e sequência inserida). Para fazer esta análise, procuramos todas as enzimas que se encontram na base de dados para listar todos os que estão presentes na análise, como mostra a figura 3.

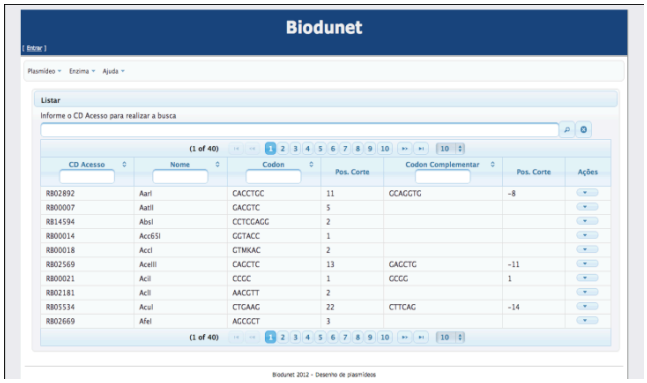


Figura 3 - Mapeamento de locais de restrição. Todos os sítios de restrição são localizados no banco de dados e apresentados para a avaliação.

O usuário define quais as enzimas devem ser utilizadas para a digestão no sentido 5 ' 3' do fragmento e então, o sistema automaticamente localiza estes locais no vetor e faz a simulação do ensaio, gerando um novo mapa gráfico agora contendo o fragmento de DNA inserido, visto na Figura 4.

ISSN 1809-3957

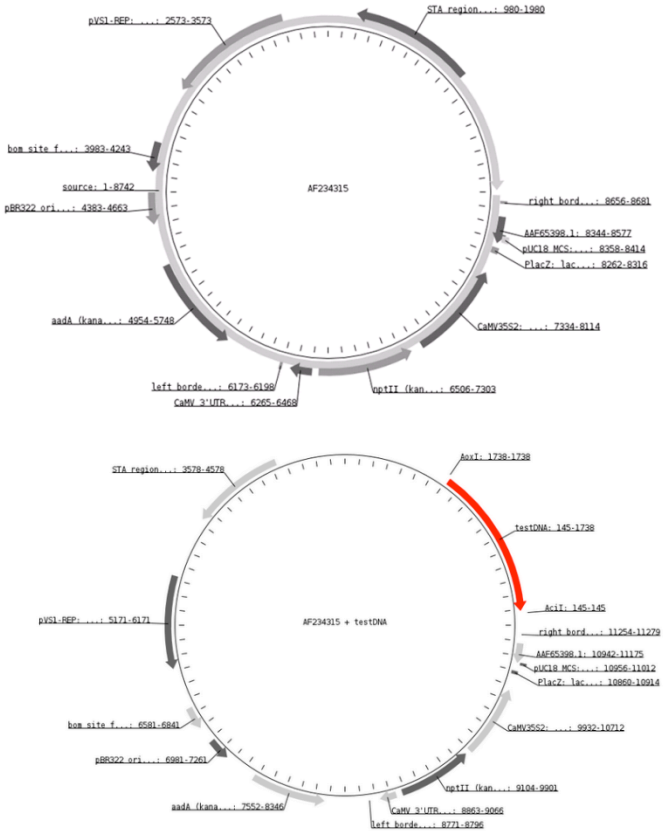


Figura 4 - Representação gráfica do plasmídeo antes e após a manipulação. A primeira imagem mostra o plasmídeo em original, enquanto a segunda apresenta o plasmídeo modificado. Após a manipulação virtual, *Biodunet* marca a inserção em conjunto com as enzimas utilizadas para a clonagem.

VI. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com o sistema *Biodunet*, o usuário pode realizar testes com plasmídeos diferentes usando diferentes combinações de enzimas de restrição de forma rápida, verificando as combinações, eliminando ensaios feitos no banco que não vão ao encontro das necessidades desejadas. Além disso, a obtenção dos dados antes do trabalho no laboratório torna mais fácil para testar as construções, permitindo alterações e resultando em uma simulação mais realista do processo de clonagem desejado. Por ser web, o sistema compartilha as imagens entre os pesquisadores fisicamente distantes ou entre os que enfrentam incompatibilidade de plataformas.

Pode ainda ser usado academicamente, pois vários conceitos genéticos (de diversas etapas do processo de clonagem) estão atrelados à sua fundamentação.

Em nossos trabalhos futuros, planejamos utilizar visualização 3D dos plasmídeos, programada em Java3D, aumentando a realidade virtual do sistema exclusões, além de incluir edições e correções em plasmídeos, aumentando a interação entre o pesquisador e o software.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. Lima, B. D. A produção de insulina humana por engenharia genética. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento - nº 23 - novembro/dezembro 2001

[2]. Pierce, A. B. Genética: Um Enfoque Conceitual. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004.

[3]. Dong X, Stothard P, Forsythe IJ, Wishart DS: PlasMapper: a web server for drawing and auto-annotating plasmid maps. Nucleic Acids Res , 32:W660-4,2004.

[4]. Angers-Loustau, A., Rainy, J. & Wartiovaara, K. PlasmaDNA: a free, cross-platform plasmid manipulation program for molecular biology laboratories. BMC molecular biology 8, 77, 2007.

[5]. NCBI, National Center for Biotechnology Information. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ (acessa

[6]. Roberts RJ, Vincze T, Posfai J, Macelis D. REBASE—a database for DNA restriction and modification: enzymes, genes and genomes. Nucleic Acids Res 38: D234–D236. 2010

VIII. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

A PARTICIPAÇÃO DO LEITOR NO WEBJORNALISMO COMO VETOR DE DESENVOLVIMENTO: O CASO DO PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO

LILIAN CRISTINA MONTEIRO FRANÇA, LARISSA FERREIRA SANTOS LIMA,
RICARDO GOMES COSTA FILHO ALYSSON PRADO DOS SANTOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE, SE

***Resumo** - Nos jornais online de terceira geração (webjornais), a convergência tecnológica é um fator fundamental como forma de ampliar a interatividade e a participação do leitor no processo de produção de conteúdos digitais. O portal de notícias da Globo - G1, possui uma sessão, chamada "VC NO G1", que permite o envio de fotos pelos internautas (leitores). Essas fotos, acompanhadas ou não de textos e legendas poderiam, teoricamente, significar a possibilidade de encaminhar ao jornal pautas com temas locais que poderiam levar a uma tomada de conhecimento do poder público que agiria de modo a melhorar a qualidade de vida da população. Ao pautar uma série de temas que não estariam na mídia, pelo menos não no mainstream, a participação do leitor se constituiria num vetor de desenvolvimento.*

***Palavras-chave:** convergência tecnológica, webjornalismo, comunicação, desenvolvimento, fotografia.*

I. INTRODUÇÃO

As Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação – NTICs – representam, sobretudo a partir das duas últimas décadas do século XX, uma gama imensa de modificações no âmbito comunicacional, com conseqüências para os vários produtos midiáticos, além, é claro, de vários desdobramentos para os diferentes segmentos societais.

Nesse contexto, os jornais em seu formato online, têm merecido inúmeras análises, passando pela velocidade de atualização, rapidez na apuração dos fatos, possibilidade de uma escrita hipertextual e hipermodal, estilos de narrativa, acesso (ou não) ao aprofundamento dos conteúdos, entre outras.

Do ponto de vista da disponibilização de notícias na rede, uma primeira experiência se deu quando o jornal norte-americano "The New York Times" colocou informações online, ainda em meados dos anos 70[1] , através do "New York Times Information Bank" (MOHERDAUI, 2000). Tratava-se, em princípio, de um banco de dados, mas, o acesso ao seu conteúdo permitia também o acesso a uma série de notícias, ainda que não fosse este o seu objetivo principal.

A história do jornalismo online propriamente dito começa em maio de 1993, quando o "The San Jose Mercury News" colocou no ar a sua versão online através da rede "American On Line"[2]. Um aspecto interessante no que diz respeito ao pioneirismo do "The San Jose Mercury News", é o fato de que em 1995 o jornal já cobrava pelo acesso ao conteúdo completo de sua versão online, o que gerou uma significativa queda no número de leitores:

> Mercury Center began 5 years ago as an online service with America Online in 1993, followed by direct publication on the Web in January 1995. In April 1995, the publishers introduced pricing of $4.95 a month. Rumors circulate that the introduction caused usage then to drop from the 100,000 range to under 10,000 (QUINT, 1998. Disponível em http://newsbreaks.infotoday.com/nbReader.asp?ArticleId=18011. Acesso em julho/2007).

De acordo com Silva Jr. (2001), a história do jornalismo online divide-se em dois momentos principais: o transpositivo e o hiperimidiático. O momento transpositivo constituía-se na mera transposição dos jornais impressos para a Internet; o hipermidiático se refere ao desenvolvimento de uma modalidade própria de escritura, voltada para a utilização das inúmeras possibilidades dos recursos digitais, incluído a produção específica de conteúdo para a versão online dos jornais, ou ainda, para aqueles que possuem apenas a versão digital.

As pesquisas de John Pavlick, da Universidade de Columbia, dividiram os jornais digitais em três estágios: primeiro – aqueles que realizam apenas transposição da versão impressa para a versão digital; segundo – aqueles que realizam a transposição e incluem mais alguns itens diferenciados da versão impressa; e, terceiro, aqueles que produzem todo o material exclusivamente para a Internet (apud QUADROS, 2002). Esses três estágios têm sido chamados também de primeira, segunda e terceira geração de jornais online.

Embora essa não seja ainda uma questão completamente consensual, têm-se optado por chamar de webjornalismo os jornais cujos conteúdos tenham sido produzidos especificamente para a Internet, distanciando-se, portanto, da versão impressa e ganhando, assim, um novo formato, incorporando links, fotos, infográficos, áudio, vídeo, numa linguagem formatada para o ambiente de navegação da web.

[1] Em 26 de março de 1972: " The New York Times decides for the first time to allow outsiders access to its research files through a planned online search system called New York Times Information Bank" (BOURNE e HAHN, 2003).

[2] Quanto ao surgimento do primeiro jornal online, MOHERDAUI (2000), mostra que existe ainda uma outra possibilidade: "O primeiro jornal verdadeiramente on-line foi o "Personal Journal", versão digital do The Wall Street Journal, lançado em 1995 e entendido como o 'primeiro jornal de um exemplar'".

ISSN 1809-3957

II - O PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO, CONVERGÊNCIA MIDIÁTICA, PARTICIPAÇÃO DO LEITOR E DESENVOLVIMENTO

Assim como outros portais, o Portal G1 (www.g1.globo.com) agrega notícias, conteúdo de outras mídias e uma série de variedades e serviços de utilidade pública, como a previsão do tempo e downloads de arquivos.

Criado em Setembro de 2006, o portal serve como suporte para o jornalismo online de diversas empresas das Organizações Globo (Rede Globo, Globo News, jornais "O Globo" e "Diário de São Paulo", rádio CBN, etc.). Além disso, o portal também disponibiliza o conteúdo de diversos programas da Rede Globo. Como, por exemplo, Jornal Nacional, Fantástico, Globo Esporte, Globo Rural, Globo Repórter e vários jornais locais (SPTV, RJTV, MGTV).

Suas editorias, que podem ser encontradas no canto esquerdo da primeira página, dividem-se em: Primeira Página, Blogs e Colunas, Brasil, Carros, Ciência e Saúde, Cinema, Concursos e Emprego, Economia e Negócios, Esporte, Mundo, Música, Planeta Bizarro, Política, Pop & Arte, Rio de Janeiro, São Paulo, Tecnologia e Games, VC no G1, Vestibular e Educação, Infográficos, Fotos, Vídeos, e Todas as Notícias.

Ainda em sua página inicial, o G1 apresenta serviços de utilidade pública, como Previsão do Tempo, Guia Cultural RJ, Guia Cultural SP, Trânsito e Rotas, Indicadores Financeiros, Downloads, G1 no seu site, G1 no seu celular, RSS, Newsletter e o serviço de atendimento ao internauta, denominado "Fale Conosco".

O portal também oferece o serviço de classificados para Carros e Motos, Imóveis e Empregos. Como também disponibiliza reportagens especiais – Amazônia Guia de Carreiras.

A presença de propagandas no portal é constante, seja através de pop-ups ou de banners (alguns fixos, como o do banco HSBC e o da empresa GloboShopping).

Durante o final de 2007, o portal G1 passou por mudanças significativas. Em vez do costumeiro "Plantão" situado no canto direito, foi-se criado um quadro no meio na página, com a divisão das notícias em "Plantão" e "Mais Lidas". Recentemente o portal passou por outra mudança: pode-se perceber que abaixo do quadro plantão/mais lidas, houve a introdução de mais uma 'mini-editoria', classificada como "Frase".

Em relação a sua primeira página, o G1 apresenta as notícias principais, que não se atualizam de maneira tão constante quanto um plantão; notícias não muito relevantes, mas que estão inseridas nas editorias (seção "direto das editorias"); notícias "em foco", geralmente sobre cultura e variedades; e as seções planeta bizarro, que pode chegar a passar mais de um dia sem atualizações, e a seção de esportes. No portal também é possível acessar vídeos antigos e o conteúdo de jornais e programas, como a Profissão Repórter ou Globo Rural.

Através de tantos serviços e variedades, nota-se que o G1 é um portal que preza pela multimidialidade. E, diferente de outros, dá ao leitor um grande poder de participação, sobretudo através da seção "VC no G1".

Comparada a outras editorias, essa seção possui algumas diferenças visuais. Suas notícias não se atualizam da mesma forma que em outras seções e a fonte utilizada em seus títulos é itálica, o que passa a idéia de amadorismo.

Os textos, geralmente, são bem curtos, alguns não muito bem escritos, e possuem apenas um lead básico. Ainda em relação aos textos, o que se percebe nessa seção é que, devido aos elementos visuais, a notícia passa a ser, basicamente, a foto ou vídeo. E, em sua maioria, essas fotos relatam catástrofes e acidentes.

Quanto aos leitores, essa interação causa certa sensação de vaidade, ao transformá-los em uma parte significativa no portal. Afinal, estes deixam de serem simples leitores e passam a serem pequenos jornalistas (ou "jornalistas cidadãos"), conseguindo seus "furos".

"VC NO G1": O CASO DA FOTOGRAFIA

Localizada no site do G1 como uma "editoria" – a mesma classificação dada às páginas que tratam de política e esporte, por exemplo –, a seção "VC no G1" se destina à publicação de textos, fotografias e vídeos enviados pelos leitores do portal de notícias. Para participar, o interessado deve fazer um cadastro onde precisa informar, além da idade, endereço de e-mail e nome completo, dados como o seu endereço residencial, número de telefone e CPF – uma espécie de garantia contra "vandalismos" on-line.

Embora na homepage do G1 não sejam comuns chamadas quem dêem visibilidade ao "VC no G1" como produto, o site próprio do serviço mostra, na parte direita da sua página, um banner vertical bastante perceptível que indica para que serve aquele espaço. "Presenciou um fato importante? Registrou um flagrante de notícia em foto ou vídeo? Envie sua reportagem para o G1 e seja um repórter cidadão", indica (ver anexo 1). A partir desse material pode-se chegar a três impressões gerais sobre a funcionalidade global do "VC no G1". Primeiro, que tal peça tem seu eixo na característica do webjornalismo definida por Palacios (2004) como interatividade, ou seja, no mecanismo em que se procura envolver o leitor através de sua "participação" na produção de conteúdos. Segundo, que tal envolvimento aposta na idéia do "repórter cidadão" – isto é, na idéia de que o utente também pode adentrar de alguma forma no meio simbólico dos "repórteres", esses responsáveis pelo campo cultural noticioso. E terceiro, que a figura de repórter ali utilizada está definida em nível de "fato importante", "flagrante", "foto", "vídeo"; em nível de certo charme profissional empolgante, dinâmico e moderno, coisa construída historicamente no imaginário do senso comum e que aqui serve como elemento de atratividade.

Essa abertura aparente da esfera de emissão não apaga a atuação de um jornalista responsável. Por toda a página, fica claro que há um trabalho de triagem, hierarquização e indicação de pauta – não são os leitores que escolhem o destaque que cada material mandado vai ter, por exemplo, e há sempre sugestões de temas-chave para o envio de fotografias. A configuração destas, aliás, envolve todo um sistema de apreensão de valores pretensamente vindos do jornalismo por parte dos usuários. O "tratamento jornalístico" não vem, assim, apenas de quem cuida do arranjamento da emissão, mas dos próprios produtores primários, a princípio "leigos". E, como já foi sinalizado e será demonstrado aqui, o caso fotográfico é exemplar disso.

ISSN 1809-3957

III - A CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA NO WEBJORNALISMO

Antes da criação da World Wide Web, a rede já era utilizada, através do sistema Gopher[3], para a divulgação de informações por meio de boletins e e-mails, para um público muito específico.

A partir da disseminação da Internet, nos anos 90, um novo tipo de jornalismo passou a ser desenvolvido para a Web. Neste sentido, três fases de desenvolvimento desse novo jornalismo podem ser claramente percebidas.

Primeiro, durante a fase transpositiva, os jornais disponibilizavam em seus portais apenas reproduções de seus conteúdos impressos. Segundo Mielniczuk (2001), "o que era chamado então de jornal online não passava da transposição de uma ou duas das principais matérias de algumas editorias".

Em um segundo momento, as matérias continuaram a ser meras reproduções do produto impresso, mas houve uma abertura para o surgimento de links e o início de uma comunicação entre jornalistas e leitores, através da utilização de e-mails ou fóruns de debates.

Por fim, na terceira fase, a hipermidiática, os sites jornalísticos passam a explorar as potencialidades oferecidas pela rede e abandonam a idéia de ser apenas uma versão web do tradicional jornal impresso. Com isso, o webjornalismo começa a tomar formas e características próprias.

Bardoel e Deuze (2000) assinalam quatro características fundamentais no jornalismo desenvolvido para a web: Interatividade, Customização de Conteúdo, Hipertextualidade e Multimidialidade. Palácios (1999), por outro lado, aponta para cinco características do jornalismo online: Multimidialidade/Convergência, Interatividade, Hipertextualidade, Personalização e Memória.

O fator da Multimidialidade/Convergência envolve a oportunidade de se usar diferentes tipos de mídias tradicionais – como o som, texto ou imagem – para a narração do fato jornalístico.

Por sua vez, a Interatividade no webjornalismo, diferente de outras mídias mais tradicionais, relaciona-se com a capacidade de tornar o leitor mais presente no processo jornalístico. Através da troca de e-mails, discussões em fóruns ou chats com jornalistas.

A Hipertextualidade, considerada a característica fundamental do jornalismo online, corresponde ao poder de interligar diferentes textos através de links – o que, segundo Machado (1997), também se constitui como uma forma de interatividade.

A Personalização, ou customização do conteúdo, consiste na possibilidade de ser ter produtos jornalísticos moldados de acordo com os interesses do leitor, gerando assim, edições próprias de jornal para cada leitor.

Finalmente, o conceito de Memória trouxe a possibilidade de o leitor poder acessar de maneira mais fácil e rápida conteúdos antigos. Pois, como aponta Palácios (1997), diferente de outras mídias, "o volume de informação diretamente disponível ao usuário é consideravelmente maior no webjornalismo, seja com relação ao tamanho da notícia ou à disponibilização imediata de informações anteriores".

Essas características, apesar de fundamentais, são utilizadas pelos diversos sites e portais de maneira diferenciada. O Portal G1 (www.g1.com.br), por exemplo, preza pela interatividade com seus leitores – seja através de comentários ou na participação do próprio leitor na construção da notícia, como acontece na seção "VC no G1".

Por outro lado, portais como o "Último Segundo" (www.ultimosegundo.ig.com.br), utilizam a "Atualização Contínua" como prioridade. Ou, ainda, como o Crayon (www.crayon.net), que possibilita a construção de um jornal exclusivo, através da personalização de conteúdos.

Além das características apontadas anteriormente, o jornalismo online também se destaca por seu poder de instantaneidade. Ou seja, "a rapidez do acesso, combinada com a facilidade de produção e de disponibilização, propiciadas pela digitalização da informação e pelas tecnologias telemáticas, permitem uma extrema agilidade de atualização do material nos jornais da Web" (PALÁCIOS, 1999).

A GRANDE CONTRIBUIÇÃO DO EXPECTADOR NA TRAJETÓRIA DO RÁDIO.

As revoluções tecnológicas ocorridas nas últimas décadas do século XX, sobretudo na área da informatização, fizeram os meios de comunicação mais antigos parecer obsoletos. O webjornalismo vem tomando o espaço de grandes editoriais em todo o planeta. Uma das soluções encontradas pela imprensa global foi tornar as suas homepages em extensões dos periódicos. Outra arma utilizada foi a opinião de seus expectadores em chats, blogs e na produção de notícias para esses meios.

Em meio a esses avanços o rádio também se beneficiou. Hoje as rádios na web oferecem um leque que vai do simples ato de ouvir uma música quanto para redes de notícias e tempo real. As rádios na web se mostram bem mais versáteis e baratas que a rádios convencionais. Além de sua abrangência a nível global, essas rádios convergem para o audiovisual, exibindo conteúdos com som e imagens, infográficos e outros recursos que têm em vista uma melhor compreensão e interação do expectador.

A interação rádio/ouvinte chega a ser o grande diferencial do rádio face aos outros meios de comunicação. Durante o século XX os ouvintes participavam dos programas radiofônicos através de cartas ou telefonemas. Essa interação ia desde uma ligação telefônica para pedir músicas em um programa musical ou até mesmo a divulgação de uma notícia ou pedidos de auxílio em calamidades públicas e buscas por emprego ou entes queridos desaparecidos.

Com o avanço das tecnologias, a participação do público ouvinte também passou a ser feita através da internet. As rádios dentro da rede mundial de computadores ganharam status e características dos grandes portais de notícia, agregando também recursos de imagens. Hoje através de recursos como aparelhos celulares ou de MP3 que tenham recurso de gravação de voz, faz de qualquer ouvinte um agente, ou produtor de notícias, que relatam o fato quase em tempo real para uma web rádio.

AS TRANSMISSÕES DE RÁDIO VIA WEB

Como nas rádios convencionais, as Web Rádios tem espaço para música, notícias e a facilidade de conquistar ouvinte em qualquer parte do planeta. Além de ter um custo

[3] O sistema Gopher possibilita o acesso a informações mantidas em diversos computadores da rede, através de menus. No entanto, este sistema comporta apenas textos.

ISSN 1809-3957

bem inferior comparada às rádios convencionais. No entanto, em ambos os casos, para se transmitir músicas faz-se necessário o pagamento dos direitos autorais destas.

As transmissões via rede são feitas via Streaming, que em português significa fluxo de mídia. Esse recurso é freqüentemente utilizado para distribuir conteúdos multimídia via internet. Nesse sistema essas informações são arquivadas pelo próprio usuário que as está recebendo. Dependendo da banda, ou bitrate, ou quantidade de bits que a sua rede suporta, utilizada pelo usuário. Uma das principais importâncias do *stream* é permitir que o usuário, e sua banda, reproduzam mídias protegidas por direitos autorais, algo similar ao que a acontece nas rádios convencionais e pelas emissoras de TV.

Os arquivos de áudio devem ser enviados para um servidor que codifica o arquivo através de um Encoder (Inf. Software utilizado em alguns arquivos para codificá-los visando obter uma padronização e melhorias em qualidade e compactação dos tamanhos desses arquivos, que geralmente são de música ou vídeo) e a transmissão ao usuário.

O RÁDIO NO SÉCULO XXI

Depois de resistir a virada desse século, as inovações para as transmissões radiofônicas não param de ser desenvolvidas. Dentre elas podemos ressaltar o Rádio digital, que utilizará sinais digitais para a transmissão de informações e programação pelo método de modulação digital. Esse avanço permitirá que as transmissões ganhem maior amplitude do espectro, permitindo que essas tenham um maior alcance, além de melhorias na qualidade sonora, permitindo que as transmissões AM ganhem qualidade de FM, e as de FM qualidade de CD.

A interatividade do ouvinte também será beneficiada tanto da digitalização do rádio, quanto da união dele às novas mídias. Dando uma utilização mais eficiente do espectro, como também a redução do consumo de energia elétrica. Contudo devemos lembrar que as rádios da Web não são consideradas rádios digitais, uma vez que o que as diferencia é a forma de transmissão, que no caso da Web Rádio, é feita via internet. A rádio digital será transmitida via sinal digital, e não necessariamente pela rede mundial de computadores.

Uma solução interativa já utilizada nos dias de hoje são os chamados Podcasts. O Podcast na verdade é um análogo de uma série de TV ou programa de rádio. A programação desse recurso não é em tempo real como em uma feita através de um *Stream*, e sim gravada.

A participação do ouvinte nas rádios ainda serve como modelo desejável para o webjornalismo.

IV- CONCLUSÕES

O dilatamento de potencialidades da esfera jornalística no ambiente da WWW não ocorre sem trazer consigo elementos de complicação dignos de nota. A participação, que é sobre o que nos deteremos aqui, tem no grande complexo que é a figura do leitor a maior parte de suas implicações possíveis. Pelo caráter ainda algo recente do webjornalismo, dividimos essas implicações em casos de *oportunidade* e *risco*.

Primeiramente, é preciso abrir parênteses para deixar claro que há um esquema variado e repleto de gradações nas formas de participação do utente. É possível distinguir facilmente alguns elementos desse esquema através de observações simples e algumas considerações de possibilidades. Assim, podemos supor que há uma diferença de forma de participações leitor no webjornalismo que acontecem, por exemplo, direta ou indiretamente. Se compreendermos "participação" também por algo próximo de "influência", vemos facilmente que é plausível admitir que passem por processos bastante diferenciados os casos exemplares nos quais (1) um leitor detecta um assim entendido desvio na publicação e envia diretamente um e-mail sobre o assunto à redação, e (2) nos quais um leitor inicia uma discussão – num fórum, num blog – a respeito de um aspecto do webjornal, coisa que de alguma forma – agora indireta – chega ao conhecimento desta organização.

Outra distinção simples a ser feita é a que ocorre entre os tipos *efetivos* de participação do usuário de jornal. Entendemos aqui que existem várias diferenças entre o processo de participação de fato e marcadamente parcial, no qual os leitores influem específica ou globalmente na publicação de maneira pulverizada – corrigindo ou fornecendo um dado, enviando sugestões –, e aquele em que, por falta de melhor termo, pode-se dizer "completo" – a despeito de haver geralmente a interferência de um jornalista em termos de seleção e edição –, e que envolve a emissão de peças jornalísticas inteiras, a exemplo de notícias, confeccionadas pelos leitores. Cada caso costuma acionar[4] motivações e interesses bastante diversos tanto de quem é usuário participante quanto de quem trabalha ou dirige o jornal. Escolhemos tratar aqui do segundo tipo, de participação essencialmente direta, utilizando para tanto um estudo de França *et al* (2008) sobre o "VC no G1", página do portal de notícias G1 focada na publicação de notícias e fotografias enviadas pelos leitores.

De uma forma geral, tanto a oportunidade como o risco da participação são pontos colocados num interessante panorama que se desenvolveu com o jornalismo feito na rede. Segundo Quadros (2005, p. 4), a abertura efetiva do pólo de emissão criada pela web gerou um clima preocupado nos jornais; investir no que o leitor queria dizer tornou-se algo de importância considerável para a existência das organizações jornalísticas – não só as on-line, mas também as de meios "tradicionais". Diz a autora:

> [...] no ciberespaço, as alternativas disponíveis ao usuário permitem que ele tenha voz ativa, alguém que o escute - ainda que isso signifique uma única pessoa - e um lugar para obter informação relevante do seu ponto de vista. Com isso, os meios de comunicação tradicionais e as suas versões digitais voltam a se preocupar com a possível migração de sua audiência para blogs ou outras experimentações interativas na rede mundial dos computadores. Na tentativa de reconquistar e/ou ampliar o seu público, empresários da comunicação olham com mais seriedade as mudanças em seu entorno, buscando adaptar e até criar algumas idéias que atraiam o usuário/leitor/telespectador/ouvinte. (QUADROS, 2005, p. 4).

Assim, pelo menos em parte, o interesse pela participação do leitor tem ligações com aspectos fundamentalmente organizacionais. Com isso, podemos colocar os elementos de oportunidade e risco também ao nível de organização, obviamente. Em outras palavras,

[4] Disponível em <http://g1.globo.com/VCnoG1/0,,8491,00.html>. Acesso em: 28 de junho de 2009.

ISSN 1809-3957

podemos dizer que as relações participativas com leitores geram, no caso, conveniências e "perigos" às rotinas produtivas e, assim, à administração de imagem, credibilidade e lucro de uma empresa de produção de notícias.

Podemos, com isso, finalmente nos dirigir aos elementos de oportunidade e risco visíveis em campo prático. Sobre os que dizem respeito à primeira, poderíamos citar, sem nenhuma pretensão de estabelecer qualquer coisa que seja, (a_1) a oportunidade de "reconquistar/ampliar" um público, como disse Quadros (2005); (a_2) de estabelecer uma imagem positiva, receptiva perante os leitores, e assim fomentar neles relações afetivas com a organização e até mesmo com a atividade jornalística em si; (a_3) de abrir espaço para fontes espontâneas de informação – e que podem acabar se tornando essenciais, por exemplo, em novas pautas, reportagens e matérias; (a_4) de ter à mão possíveis "revisores" de conteúdo; (a_5) de conseguir materiais complementares, inéditos ou de difícil acesso; (a_6) de possivelmente promover alguma democratização da comunicação e uma melhora da qualidade da informação, exemplarmente através de contribuições "cidadãs"; e (a_7) de, com tudo isso, talvez estar à frente de outras publicações, principalmente as de meios que não oferecem as mesmas condições para exercer a participação. Os elementos de risco, por sua vez, poderiam ser (b_1) o de se compor um processo de interação canhestro e aparencial, o que pode vir a irritar o público; (b_2) o de perder-se em informações, pouco relevantes ou não, enviadas pelos leitores ou, ainda, (b_3) o de se aumentar, a troco de nada, – ou de uma suposta satisfação dos usuários participantes – um já excessivo fluxo de informações existente com materiais "dispensáveis"; (b_4) o de se estar constantemente sob o peso da verificação (ou não) das possibilidades de informações equivocadas ou fraudulentas; (b_5) o risco de, paralelamente ao anterior, se estar seriamente suscetível a desvios de publicação ocasionados por atos de vandalismo ou "ignorâncias" de qualquer tipo; (b_6) o de se acabar também suscetível a "usuários" interessados em utilizar a via de participação em favor sistemático de grupos, empresas, partidos, etc.; além de (b_7) se correr o risco, talvez discutível, de se perder qualidade em casos *específicos* de comparação com jornais mais "rígidos" no quesito da participação.

O já citado estudo de França *et al.* (2008) aponta que, apesar de haver interferências dos publicadores – em nível de hierarquização, por exemplo –, no "VC no G1" existem exemplos de participação com peças completas feitas pelos leitores que são interessantes de se trabalhar. A própria idéia da coisa – a assimilação feita por "leigos" de processos e linguagens típicas da profissão de jornalista (FRANÇA *et al*., 2008, p. 6) – já sinaliza a aparição de vários dos elementos centrais de oportunidade mencionados aqui, principalmente (a_1), (a_2), (a_3) e (a_5). Indo mais a fundo, dizem França *et al*. (2008) que

> [...] pode-se chegar a três impressões gerais sobre a funcionalidade global do "VC no G1". Primeiro, que tal peça tem seu eixo [...] no mecanismo em que se procura envolver o leitor através de sua "participação" na produção de conteúdos. Segundo, que tal envolvimento aposta na idéia do "repórter cidadão" – i. e., na idéia de que o utente também pode adentrar de alguma forma no meio simbólico dos "repórteres", esses responsáveis pelo campo cultural noticioso. E terceiro, que a figura de repórter ali utilizada está definida em nível de "fato importante", "flagrante", "foto", "vídeo"; em nível de certo charme profissional empolgante, dinâmico e moderno, coisa construída historicamente no imaginário do senso comum e que aqui serve como elemento de atratividade (FRANÇA *et al*., 2008, p. 8).

Sendo assim, verifica-se por um lado que o fator organizacional de atração de público, representado por (a_1) e (a_2) é peça-chave da função do *VC no G1*. Por outro, o estudo mostra também a existência de materiais de alguma cidadania, como fotos que denunciam praias poluídas (FRANÇA *et al.,* 2008, p. 10), o que aciona visivelmente (a_3) e (a_6); além disso, também foram listadas, por exemplo, imagens das enchentes de 2008 (FRANÇA *et al*., 2008, p. 11), o que, para além do fetichismo do desastre, está sem dúvida relacionado também com a oportunidade (a_5).

A respeito dos riscos, França *et al.* (2008) aponta para a presença de um verdadeiro jogo entre eles no esquema de participação do "VC no G1". Ao setorizar a participação em página específica – e, assim, afastá-la do G1 "formal" –, é provável que tenha havido intenção de salvaguardar a credibilidade do jornal de possíveis deslizes, o que significa uma preocupação com (b_4), (b_5) e, talvez, (b_6). No entanto, ao se juntar isso com a evidente interferência da redação no *website* (FRANÇA *et al.,* 2008), existe um afastamento de (a_6) e uma conseqüente aproximação de (b_1). Além disso, concentradas numa forma de "jornalismo cidadão" quase de entretenimento, é de se esperar que (b_2) e (b_3) também ganhem força – não à toa, boa parte da página é de fato preenchida com fotos de leitores que são parecidos fisicamente com celebridades, fotos de carros, etc. (FRANÇA *et al*., 2008).

Apesar da participação do leitor no webjornalismo permitir que a pauta de jornais mais tradicionais – *mainstream* – seja modificada, permitindo desdobramentos que levem ao desenvolvimento econômico-político-social e cultural, até o momento isso ainda não ocorre do modo esperado, tanto pela falta de conhecimento do meio por parte do leitor, quanto da dificuldade dos jornais alterarem seus padrões editoriais. Por outro lado, essa mesma participação parece ensejar uma mudança a médio prazo, uma vez que o número de veículos informativos na Internet cresce, gerando um tipo de concorrência que pode ser saudável e, de fato, transformar a participação do leitor num vetor de desenvolvimento.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURNE, C.P. e HAHN, T. B. **A History of Online Information Services, 1963-1976**. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

CEBRIÁN HERREROS, M**. Información Audiovisual: Concepto, Técnica, Expresión y Aplicaciones.** Madrid: Editorial Síntesis, 1995.

_____. **Información Televisiva: Mediaciones, Contenidos, Expresión y Programación**. Madrid: Editorial Sintesis, 1998.

FRANÇA, Lilian. COSTA FILHO, Ricardo. LIMA, Larissa Ferreira Santos. "O texto do leitor no G1- Portal de Notícias da Globo: O caso da fotografia". **Anais do I ENPOLE**, Aracaju, 2008.

KRESS, G. *Visual and verbal modes of representation in electronically mediated communication: the potentials of new forms of text*. In: SNYDER, I. (Ed.) **Page to screen:**

ISSN 1809-3957

taking literacy into the electronic era. London & New York: Routledge, 1998.

_____ e LEEUWEN, T. van **Reading images: the grammar of visual design**. London and New York: Routlegde, 1996.

_____ **Colour as a semiotic mode: notes for a grammar of colour**. Vol. 1, London, Thousand Oaks, CA, New Delhi: SAGE Publications, 2002, p. 343-366.

LIMA JUNIOR, Walter Teixeira. **A Tribuna de Santos e Diário do Grande ABC: a vanguarda do conteúdo jornalístico na web.** Disponível em http://www.walterlima.jor.br/ academico/alcar/terceiro/trabalhos/tribuna_dgab_walter.doc. Acesso em julho/2007.

LIPPMAN, Andrew. *O arquiteto do futuro*. **Revista Meio & Mensagem**, São Paulo, n.792, 26 jan. 1998. Entrevista.

MACHADO, Arlindo. *Hipermídia: o labirinto como metáfora*. In: DOMINGUES, Diana. (org.) **A Arte no Século XXI: a humanização das tecnologias**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

MIELNICZUK, Luciana. **Características e Implicações do Jornalismo na Web.** Trabalho apresentado no II Congresso da SOPCOM. Lisboa, 2001.

MOHERDAUI, Luciana. **Guia de estilo web**. **Produção e edição de notícias *online*.** São Paulo: Senac, 2000.

PALÁCIOS, Marcos. *Natura non facit saltum: Promessas, alcances e limites no desenvolvimento do jornalismo on-line e da hiperficção.* In: **e-COMPÓS, Revista eletrônica da COMPÓS**, vol. 1, n. 2, Brasília, 2005.

PALACIOS, Marcos. **Jornalismo Online, Informação e Memória: Apontamentos para Debate.**

_____. PALACIOS, Marcos. MIELNICZUK, Luciana, BARBOSA, Suzana. RIBAS, Beatriz e NARITA, Sandra. **Um mapeamento de características e tendências no jornalismo *online* brasileiro e português.** Intercom, 2005.

PINHO, J.B. **Jornalismo na internet**. São Paulo: Editora Summus, 2003.

QUADROS, Cláudia. *Jornalismo na Internet: Conveniência, Informação e Interação.* 2001. **Anais INTERCOM** – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXIV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Campo Grande – MS.

_____. *Uma Breve Visão Histórica do Jornalismo on-line.* 2002. **Anais INTERCOM** – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação - XXV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Salvador-BA.

QUADROS, Irene. (2005). **A participação do público no webjornalismo**. In: Revista Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação. Disponível em: <http://www.compos.org.br/seer/index.php/e-compos/article/viewFile/56/56>. Acesso em: 27 de junho de 2009.

RIBAS, Beatriz. **Características da notícia na Web - considerações sobre modelos narrativos.** II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM JORNALISMO – SBPJor FACOM/UFBA – SALVADOR – BA, 2003.

RIGOLIN, Daniele Cristina. **Saliências visual e subjetiva como elementos norteadores na leitura de hipertextos jornalísticos**. Dissertação de Mestrado. IEL/UNICAMP. Campinas, SP: [s.n.], 2006.

SANTAELLA, Lucia - **Porque as comunicações e as artes estão convergindo?** São Paulo: Editora Paulus, 2005.

SILVA JÚNIOR, José Afonso da. **Jornalismo 1.2: características e usos da hipermídia no jornalismo, com estudo de caso do Grupo Estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado. FACOM – UFBA, 2000.

_____.*Hipermídia e agências de notícias: o caso da Agência Estado*. In: **Anais do Intercom**. Campo Grande: Intercom, 2001. (CD-ROM).

WINCK, João e ROSSI, Dorival. **Um conceito de audiovisual interativo.** Disponível em http://www.triplov.com/cyber_art/winck_rossi.html. Acesso em julho/2007.

VI. COPYRIGHT

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

ANÁLISE DE VALORES EXTREMOS PARA DADOS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

HERNANI MARTINS JÚNIOR[1,2]; THELMA SÁFADI[1]; MIGUEL CARVALHO[2]
1 – IUFLA; 2 – PUC- CHILE
hernani.junior@ufv.br

Resumo – Este artigo apresenta uma abordagem utilizando a metodologia de valores extremos para a análise de dados de poluição atmosférica. Os poluentes impactam profundamente na qualidade de vida dos indivíduos a ele expostos, neste contexto esta abordagem ajuda no entendimento da dinâmica dos poluentes na atmosfera. É discutido o método dos blocos, dos pontos além do limiar e o do processo pontual de Poisson, vantagens e desvantagens de cada método são discutidas visando a utilização do melhor método para os dados em questão. São estimados parâmetros de distribuição Generalizada de Valores Extremos, da distribuição de Pareto, e da Poisson no caso do processo pontual. Em todos os casos é utilizado o método da máxima verossimilhança, estimativas e erros padrões são apresentados, medidas de diagnóstico são apresentadas e em alguns casos é aplicado o teste de razão de verossimilhança para a seleção de modelos. Os resultados são discutidos.

Palavras-chave: Valores Extremos. Poluição Atmosférica. Processo Pontual de Poisson.

I. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica há muito é tema de preocupação, está intimamente ligada a qualidade de vidas das pessoas, afetando principalmente crianças e idosos, agravando quadros de problemas respiratórios e cardiovasculares.

Nas grandes cidades a poluição atmosférica tem especial importância. Primeiramente por surge da própria atividade antrópica que é intensa nestas regiões, logo o acúmulo de poluentes será igualmente intenso. Segundo por que estas regiões são densamente povoadas, com isto ter-se-á milhares de pessoas expostas ao problema, potencializando ainda mais seus efeitos.

A poluição atmosférica é parte do ambiente em que vivemos, e com isto devemos conviver. O maior problema não é a poluição em si, mas a concentração que às vezes esta atinge. Pensado nisto agências do mundo inteiro inclusive do Brasil, estipulam limites máximos destes poluentes de forma que se garante um mínimo de qualidade do ar. Estes limites são importantes, pois determinam o orientam os esforços no sentido da mitigação dos impactos destes poluentes.

Entretanto se por um lado a poluição depende do que, do quanto, e de onde são emitidos os poluentes, por outro lado depende da dinâmica dos mecanismos de dissipação, podemos citar os ventos, as chuvas e os movimentos de advecção, como os mais importantes mecanismos naturais de despoluição atmosférica.

Sendo assim os níveis de poluentes estarão sujeitos a intensidade da emissão e a intensidade da dissipação. E é comum encontrarmos situações propiciam o incremento destes índices, o que é preocupante.

No campo da análise estatística, este trabalho busca uma análise não fundada em valores médios ou comumente recorrentes, mas nos valores que realmente são limitantes para a saúde humana. Estes valores poderiam ser os valores máximos de uma série, daí a escolha da metodologia do valores extremos, que justamente faz isto, dá uma atenção especial para os valores extremos, dando-lhes a importância que lhes é devida.

Neste trabalho utilizaram-se diversos princípios estatísticos para nortear a escolha de um modelo mais apropriado e cuja inferência se desse de forma mais limpa. Foram ajustados modelos baseados na distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV sigla do inglês), baseados na distribuição Pareto Generalizada (GPD sigla do inglês) e por último como forma de generalizar as análises anteriores foi feito um ajuste baseado num processo de contagem, o Processo Pontual de Poisson.

As estimativas são apresentadas e medidas de diagnóstico também. Comentários a respeito da peculiaridade de cada método são feitos ao longo do trabalho. Medidas de tempo de retorno e qualidade de ajuste são apresentadas.

II. PROCEDIMENTOS

Neste artigo foi analisada uma série de poluição atmosférica, observações horárias durante cerca de 10 anos, na cidade de São Paulo - SP. Dois poluentes são analisados, o MP10 e o CO (material particulado e monóxido de carbono). As séries respectivas podem ser observadas na Figura 1:

ISSN 1809-3957

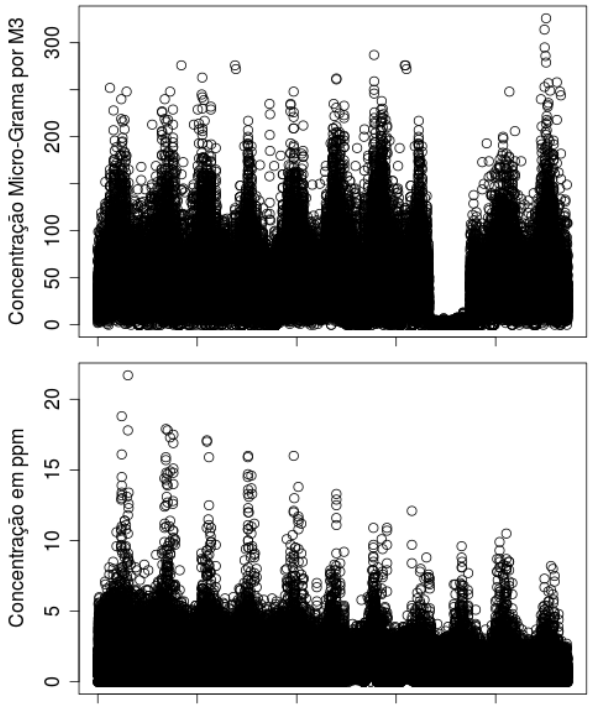


Figura 1 - Série de poluição da cidade de São Paulo 1997 a 2007, observações horárias. Superior, MP10, inferior, CO.

Pode-se ver que as observações são fortemente correlacionadas, fato que pode ser visto através da função de autocorrelação de ambas as séries na Figura 2:

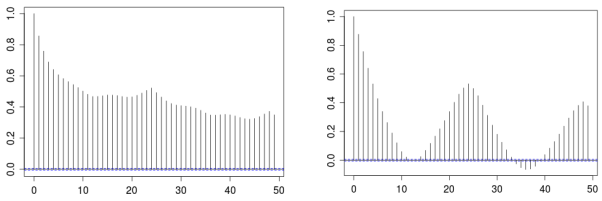


Figura 2 - Função de Auto correlação das séries. Direita – série de monóxido de carbono; Esquerda – série de material particulado.

Os dados de poluição atmosférica são classicamente fortemente correlacionados, uma vez que não havendo dissipação dos poluentes, a concentração de um dia influencia a concentração do dia subsequente. A correlação vista é dita de memória longa uma vez, conforme podemos observar nos gráficos, nos quais todos os lags se encontram fora das bandas de confiança.

A presença de correlação influencia na escolha do método mais apropriado para análise de valores extremos bem como altera o valor das estimativas dos parâmetros da distribuição.

Para o caso dos blocos, quando os máximos são amostrados dentro de blocos de observações, busca-se independência entre os máximos, geralmente obtida com o incremento do tamanho do bloco chamada de independência assintótica, entretanto, neste caso, por haver uma correlação de memória longa é dificilmente alcançada. Na verdade a independência entre os máximos de cada bloco só pode ser obtida quando o bloco constituía-se de 945 observações, fato que resultou em apenas 100 máximos, isto representa a retirada de um máximo a cada (aproximadamente) 40 dias.

A independência entre os máximos é importante para o caso dos blocos uma vez que é um facilitador para a verificação de certos pressupostos do modelo. Entretanto pode ser modelada, através de uma re-parametrização do parâmetro de curva. Na Figura 3 pode-se ver a força da correlação para os máximos de ambos os poluentes.

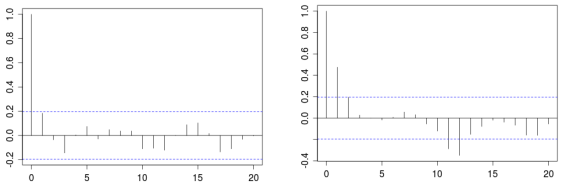


Figura 3 - Função de Auto correlação da série de 100 máximos. Direita – série de máximos do monóxido de carbono; Esquerda – série de máximos do material particulado.

Pode-se ver que para o caso do material particulado, sua série de máximos pode ser considerada independente, uma vez que apenas um lag se apresentou fora das bandas de confiança. Para o caso da série de máximos de monóxido de carbono, não se vê indícios de independência, vale lembrar que para abas as funções da Figura 3 foram tomadas apenas 100 máximo na série original de 94500 observações. É fácil intuir que neste caso houve perda de informação, quem sabe relevante.

Para contornar este fato fez-se a análise utilizando o método dos pontos além do limiar ou POT (sigla em inglês para Peaks Over Threshold). Neste caso escolhe-se um limiar além do qual todos os pontos são considerados valores extremos. Em síntese a escolha do limiar deve ser feita levando-se em consideração o viés e a variância das estimativas.

Para o caso de poluição atmosférica temos uma restrição legal, um valor de referência que pode ser utilizado com limiar, para o caso de CO é de 4 ppm e para o caso do MP10 é de 150 microgramas por metro cúbico (considerando-se padrões secundários). Estes limiares podem ser estimados graficamente através do método Mean Residual Life Plot, é um método gráfico que ajuda o pesquisador a escolher um limiar ou mesmo verificar a adequação de algum. Este método foi feito e apresentado na Figura 4:

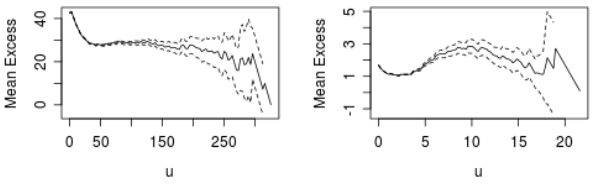


Figura 4 - Mean Escess Life Plot. Esquerda – para o material particulado; Direita – para o monóxido de carbono.

Na Figura 4 pode-se abstrair que o limiar para o MP10 poderia ser algum valor entre 50 e 150, já para a série de CO, a conclusão já não é tão evidente entretanto têm-se indícios que poderia ser algo entre 2,5 e 5, sendo que após este valor a variância da função passa a se desestabilizar. Os limiares sugeridos pelo método endossam perfeitamente a escolha do limiar legal (limite legal do poluente estabelecido pela ANVISA consoante normas internacionais) como limiar arbitrado para a implementação do método, que é de 150 microgramas por m^3 para o MP10 e de 4 microgramas para o CO.

Os dados de poluição são claramente não estacionários conforme pode ser visto na Figura 1, pode-se ver a

ISSN 1809-3957

sazonalidade em ambas as séries é típica e no caso da série de CO ainda temos um componente de tendência, um decréscimo da concentração em função do tempo. Por possuir correlação de memória longa esta não estacionaridade é comumente repassada para os extremos. Quando se fala em limiar aplicado a um conjunto de dados desta natureza (não estacionário) obviamente surgirão agrupamentos (clusters) isto interfere no processo de estimação, obliterando as estimativas. Assim é necessário modelar estes agrupamentos de forma a depurar o seu efeito no valor das estimativas.

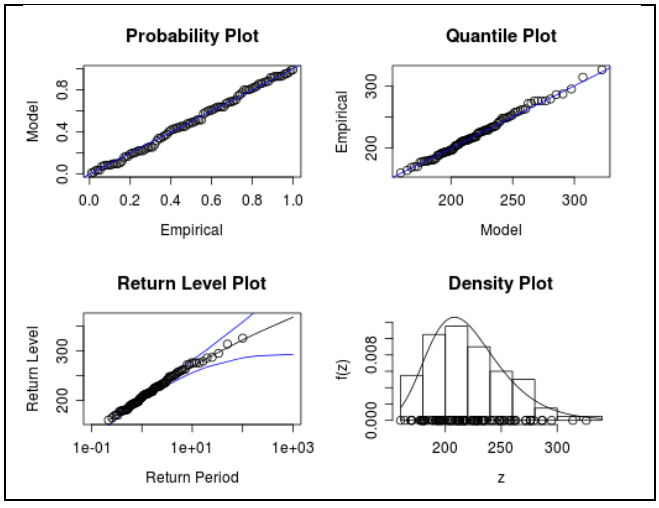
III. Resultados

Para o caso da estimação via blocos, buscou-se a estacionaridade da série de máximos, foram constituídos blocos de 945 observações dos quais os máximos foram retirados. Foi ajustada a Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) pelo método da máxima verossimilhança. As estimativas encontradas são apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1 - Estimativas parâmetros GEV e (Erro Padrão)

Parâmetro	Ajuste para MP10	Ajuste para CO
locação	206,16 (3,35)	10,72 (0,32)
escala	24,14 (2,45)	2,78 (0,23)
curva	-0,07 (0,08)	-0,12 (0,08)

O negativo do log da verossimilhança avaliado nas estimativas de máxima verossimilhança foi de 492,1 para o MP10 e foi de 253,8 para o ajuste do CO. Houve também uma sinalização de que o ajuste para o MP10 poderia ser feito via uma distribuição Gumbel, já que o intervalo de confiança para o parâmetro de curva comporta o valor nulo, o que provavelmente levará à escolha de um modelo menos parametrizado, seguindo o princípio da parcimônia. Em ambos os casos houve um bom ajuste. As medidas de diagnóstico são mostradas na Figura 5.



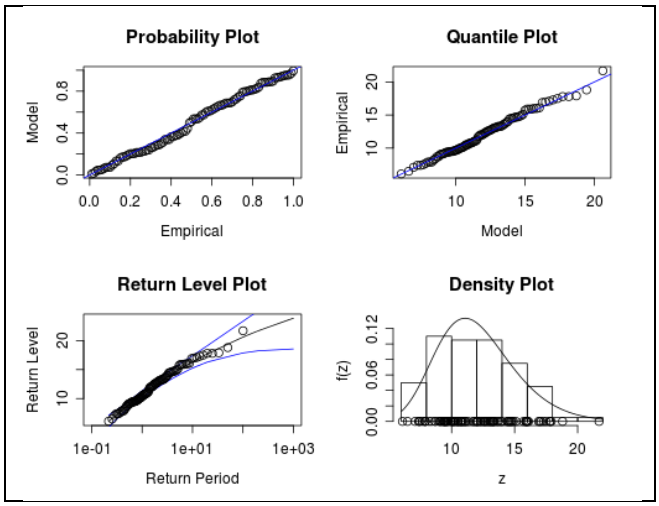


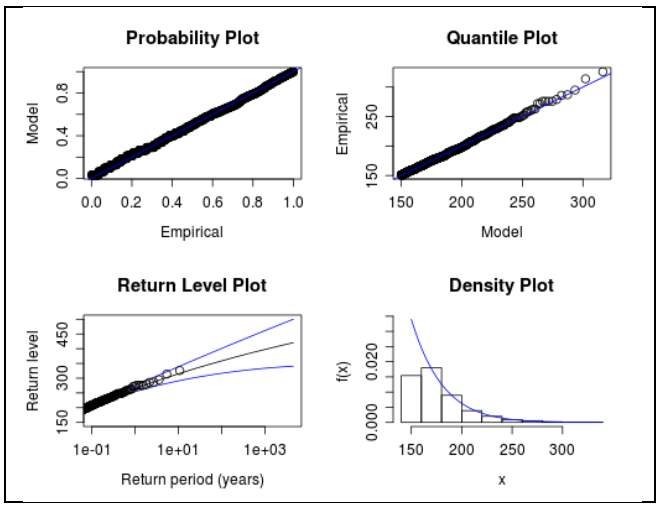
Figura 5 - Diagnóstico para o ajuste de uma GEV para série de máximos de MP10 (acima); diagnóstico para o ajuste de uma GEV para a série de máximo de CO (abaixo).

Considerando o método de pontos além do limiar, foi feito um ajuste com base na distribuição Pareto Generalizada (GPB) as estimativas estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Estimativas parâmetros GPB e (Erro Padrão)

Parâmetro	Ajuste para MP10	Ajuste para CO
Escala	29,4 (1,4)	1,08 (0,3)
Curva	-0,05 (0,03)	0,22 (0,02)

A taxa de extremos para a série de MP10 foi de 0,09, ou seja, menos de 1% das observações ultrapassam o limiar, já para o caso do CO a taxa de extremos é 0,03. Os gráficos de diagnóstico não demonstraram qualquer eficiência do modelo. Esta mesma informação foi obtida.



ISSN 1809-3957

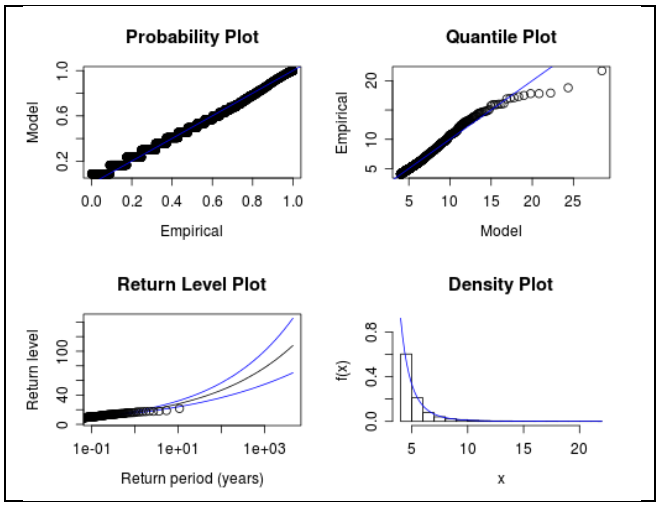


Figura 6 - Diagnóstica para o ajuste de uma GPD para série de MP10 (acima); diagnóstico para o ajuste de uma GPD para a série de CO (abaixo).

Como pode ser visto o ajuste via pontos além do limiar não explicou bem o comportamento dos dados. Como passo subsequente, foi aplicada a metodologia do processo pontual de Poisson, na qual os máximos são tratados em conjunto dentro de um determinado bloco. O processo de Poisson considera os blocos como sendo unidades de tempo nos quais ocorre determinado número de eventos, estes eventos não são tratados isoladamente e sim em conjunto perfazendo um valor esperado, um resultado da variável aleatória número de ocorrências que aconteceram além do limiar. Além de fácil interpretação o processo pontual de Poisson é uma generalização razoável para ambos os métodos supracitados.

Além do mais este método contorna razoavelmente o problema da correlação, uma vez que leva em conta o número de acontecimento (além de um limiar) dentro de cada bloco de tempo, entretanto a literatura (Coles, 2001) adverte a respeito da sua deficiência quando aplicado a dados fortemente agrupados.

Sua aplicação a estes dados não foi plenamente eficaz para o caso dos níveis de CO, talvez pela estrutura de correlação existente mesmo em altíssimos limiares. Já tinha sido observado (Figura 4 - direita) que o limiar constituir-se-ia um problema em potencial. De fato isto se confirmou, através do mau desempenho do método do limiar (GPD) para este caso. Outro fato no que tange a escolha do limiar para esta série é que quando confrontado estimação ante limiar, o gráfico se mostrou instável, provando a pouca estabilidade destes dados nos extremos. Este fato, no contexto do processo pontual, também foi observado. Conforme se vê na Figura 7 (meio) o ajuste não foi eficiente e apresentou comportamento atípico tanto no probability plot quanto no quantile plot.

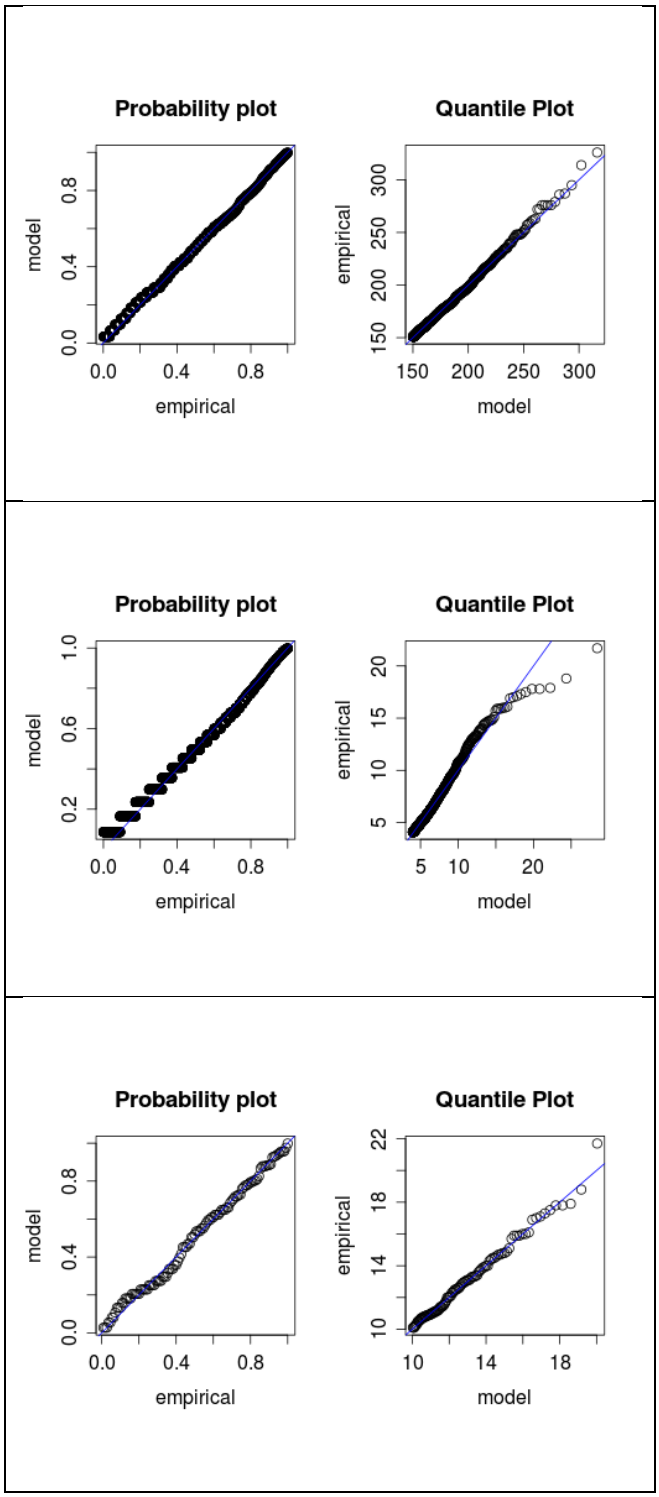


Figura 7 - Diagnóstico para o ajuste de um processo pontual de Poisson: (acima) para série de máximos de MP10, limiar 150; (meio) para a série de máximo de CO, limiar 4; e (abaixo) para a série de máximo de CO, limiar 10.

Esta dificuldade aparentemente foi contornada aumentando-se o limiar para 10 ppm, como visto na Figura 7 (abaixo). No caso do material particulado PM10, Figura 7 (acima) os resultados foram satisfatórios.

As estimativas de máximas verossimilhanças bem como seus erros padrões são apresentados na Tabela 3.

ISSN 1809-3957

Tabela 3 - Estimativas parâmetros GEV e (Erro Padrão)

Parâmetro	Ajuste para MP10	Ajuste para CO - limiar 4	Ajuste para CO - limiar 10
locação	264,9 (5,39)	16,6 (0,64)	16,34 (0,49)
escala	23,09 (2,57)	3,8 (0,34)	2,03 (0,2)
curva	-0,05 (0,03)	0,22 (0,02)	-0,24 (0,7)

IV. CONCLUSÃO

A metodologia de valores extremos se mostrou bem adequada para analisar os dados. Em todos os métodos um fato chamou atenção, os altos valores para os níveis de retorno. Mesmo com períodos de retorno curtíssimos há a ocorrência de elevados retornos. Dentre as técnicas utilizadas neste estudo, o método dos blocos se mostrou mais robusto que o método do limiar. O método do limiar foi duramente afetado pelo forte agrupamento das observações principalmente para o caso da série de CO. Neste caso um aumento expressivo do limiar parece ter solucionado o problema. O método Processo Pontual de Poisson, foi apropriado, cujas estimativas estão bem próximas das obtidas via o método dos blocos.

No que diz respeito a qualidade do ar, é alarmante o fato de há praticamente 100% de probabilidade de um indivíduo de São Paulo estar, em um curto período de tempo, exposto a um valor acima dos limites recomendados.

Para um estudo futuro pode-se analisar as séries segundo uma ótica de não estacionaridade, principalmente para a série de CO. pode-se modelar a média que aparenta uma declividade negativa, talvez pela implementação recente de medidas de controle ambiental para veículos e empresas. Em ambas as séries pode-se usar técnicas de desagrupamento ou mesmo modelar um componente cíclico que aparenta haver para o parâmetro de escala.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. www.cetesb.sp.gov.br.

COLES, S. **An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values**. Springer Series in Statistical. London 2001.

VI. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

EVALUACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ MEDIANTE LA ADECUACIÓN DE UN PANEL FOTOVOLTAICO COMO FUENTE DE ADQUISICIÓN DE DATOS

EVALUATION OF SOLAR RADIATION IN IBAGUÉ BY ADAPTING A PHOTOVOLTAIC PANEL AS A SOURCE OF DATA ACQUISITION

[1]AGUSTÍN VALVERDE G; [2]SANDRA M. ARAGÓN A.,
1 - INGENIERO MECÁNICO, M. SC., PROFESOR TIEMPO COMPLETO, DIRECTOR GRUPO DE INVESTIGACIÓN GMAE, UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ-COLOMBIA; 2 - INGENIERA ELECTRÓNICA, ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN, GRUPO DE INVESTIGACIÓN GMAE, UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ-COLOMBIA,
agustin.valverde@unibague.edu.co;sandrila1920@hotmail.com

Resumen - ***En este artículo se detallan todos los procesos realizados durante el diseño e implementación del modelo para estimar la intensidad de radiación solar, mediante la utilización de un panel solar. Este trabajo investigativo está compuesto de tres partes. En la primera parte, se muestra el diseño de cada uno de los componentes del prototipo experimental del medidor de intensidad de radiación solar y su respectiva implementación. En la segunda parte, se documenta la fase práctica del proyecto, en donde se plantea el modelo desarrollado para estimar la intensidad de radiación solar mediante la utilización de la base de datos obtenida a partir de las mediciones efectuadas durante 4 días de las variables seleccionadas (temperatura y potencia máxima del panel solar). Y por último, se plasman los análisis entre cada una de las variables monitoreadas durante las pruebas realizadas, con respecto a las mediciones de intensidad de radiación solar aportadas por una estación meteorológica ya instalada en la Universidad de Ibagué; concluyendo finalmente con una expresión matemática que permite obtener la radiación solar a partir de la temperatura superficial del panel.***

Palabras Claves: Panel solar, Radiación solar, LabVIEW.

Abstract - This article lists all the processes performed during the design and implementation of model to estimate the intensity of solar radiation, using a solar panel. This research paper consists of three parts. In the first part, shows the layout of each of the components of the experimental prototype meter solar radiation intensity and its corresponding implementation. In the second part, documents the experimental phase of the project, which raises the model developed to estimate the intensity of solar radiation through the use of the database obtained from measurements made during four days of selected variables (temperature and maximum power of the solar panel). Finally, the analysis is reflected from each of the variables monitored during the tests, regarding to measurement of solar radiation intensity supplied by a meteorological station already installed in the Ibagué University; ending finally with a mathematical expression for obtaining the solar radiation from the panel surface temperature.

Keywords: Solar panel, Solar radiation, LabVIEW.

I. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el medio ambiente, frente a los efectos contaminantes de la energía producida por los combustibles fósiles. Debido al posible agotamiento de estos durante los próximos años, las energías renovables se han vuelto una alternativa importante.

Entre las diferentes formas de utilización de energías renovables en el mundo, los sistemas fotovoltaicos se presentan como una alternativa promisoria a las fuentes energéticas tradicionales. Los sistemas a base de energía solar se destacan por su alta confiabilidad, posibilidad de generación descentralizada, carácter modular, ausencia de contaminantes y, desde el punto de vista económico, una tendencia a la disminución de los precios y al aumento de la eficiencia, además de aprovechar una fuente de energía gratuita, limpia e inagotable, como lo es la energía proveniente del Sol.

Debido a la gran utilización que han tenido los sistemas fotovoltaicos en los últimos años en el mundo, por las ventajas que estos aportan, se ha planteado la necesidad del estudio del rango de la intensidad de radiación solar que es recibido en la ciudad de Ibagué, más específicamente en el campus de la Universidad de Ibagué, durante cierto periodo del año, para analizar la viabilidad de posibles proyectos fotovoltaicos y contribuir así al desarrollo regional, todo esto mediante la implementación de un prototipo experimental que estime el valor de la radiación solar.

II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

El diseño e implementación del prototipo está compuesto de varias etapas. La primera etapa es la selección de los sensores con los cuales se realizó la medición de las variables para determinar la irradiación solar con el uso del prototipo. Las variables a medir son: la temperatura sobre el panel solar y, la máxima potencia entregada por el panel

ISSN 1809-3957

solar; ésta última calculada mediante mediciones de voltaje y corriente.

De esta forma los sensores seleccionados fueron una termocupla tipo K, para la medición de la temperatura sobre la superficie del panel solar, un transductor de corriente de referencia CAS 25-NP, para la medición de la corriente, y la utilización de la tarjeta de adquisición NI USB-6210 para medir el voltaje.

Después de seleccionar los sensores a utilizar, se realizó el respectivo acondicionamiento de cada uno de ellos en LabVIEW y se planteó el diseño de un convertidor de potencia DC-DC de topología elevadora (*Boost*) para estimar el máximo punto de potencia del panel solar a partir de la variación del ciclo útil de trabajo utilizando el método de perturbación y observación [1]. El diseño del convertidor de potencia fue dividido en tres partes, las cuales son, el diseño del circuito convertidor, el diseño del variador de ciclo útil y el diseño del disparador del MOSFET, obteniendo finalmente, el circuito total del extractor de potencia del panel solar.

El diseño del convertidor obtenido, utilizando las formulas de diseño para un convertidor elevador [2] es mostrado en la Figura 2.

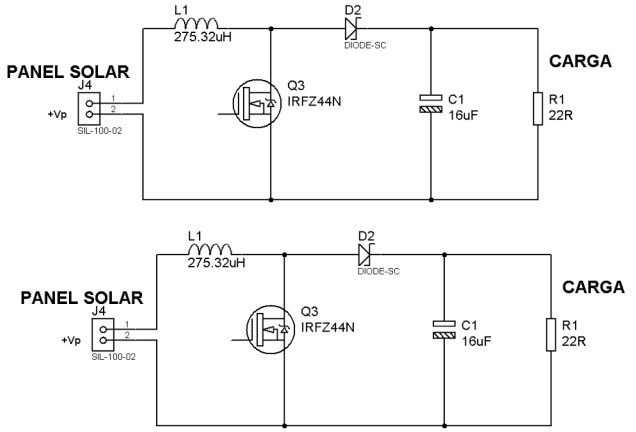


Figura 2. Circuito convertidor de potencia.

La implementación del circuito final obtenido mostrado anteriormente del convertidor de potencia se muestra en la Figura 1. Allí se incluyó la implementación del circuito de alimentación del sensor de corriente

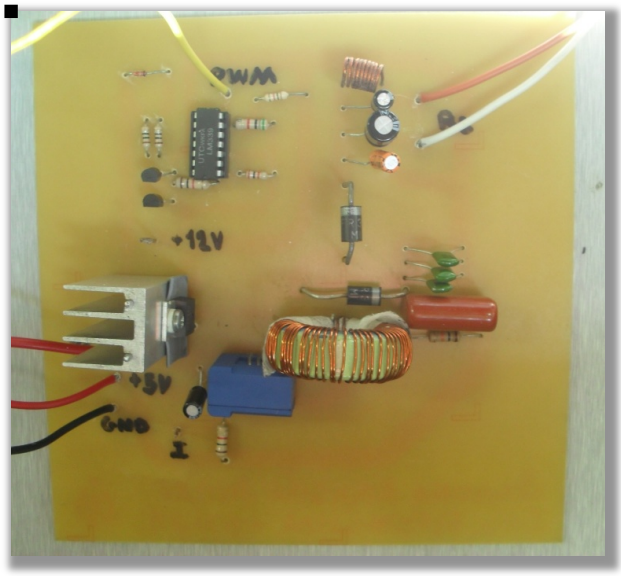


Figura 1. Montaje final del circuito convertidor de potencia.

Posterior a esta etapa, se realizó el diseño del exportador de datos a Excel, para facilitar el procesamiento de los datos.

Finalmente, se diseñó la interfaz gráfica de usuario, en la cual se observaron las mediciones instantáneas de las variables analizadas. El diseño realizado es mostrado en la Figura 3.

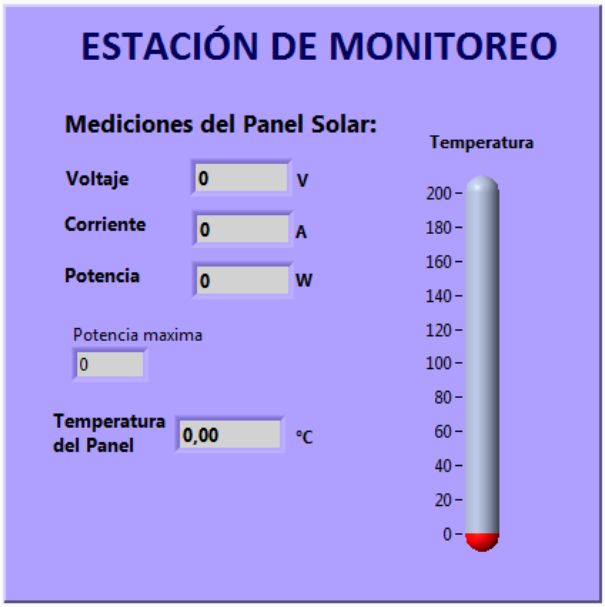


Figura 3. Interfaz gráfica de usuario de la estación de monitoreo.

III. PRUEBA EXPERIMENTAL

Inicialmente se realizó la adecuación de los equipos que componen el prototipo. De este modo se tuvo en cuenta el posicionamiento y dirección correcta del panel solar. El panel solar se orientó en dirección hacia el sur utilizando una brújula sin ningún ángulo de declinación magnética, pues Colombia tiene una declinación de 0°. Para determinar la inclinación del panel se tomó la latitud a la cual se encuentra la ciudad de Ibagué, que es 4° 26′ N 75° 13′ O y se incrementaron 10°. Por lo tanto, el ángulo de inclinación utilizado fue 14°.

ISSN 1809-3957

El montaje y adecuación de los equipos se puede observar en las Figuras 4 y 5; este corresponde a la conexión de las distintas partes que componen el prototipo.

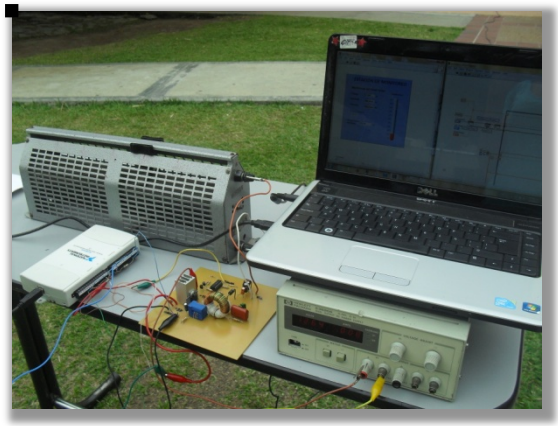


Figura 4. Adecuación de los equipos.

Figura 5. Adecuación del panel solar.

Las mediciones experimentales se realizaron durante 4 días a distintas condiciones climáticas, durante las horas del medio día para observar el máximo rendimiento del panel a la irradiación máxima del día.

En la Figura 6 se presenta el modelo del sistema utilizado, el cual determina las distintas variables que intervienen en el.

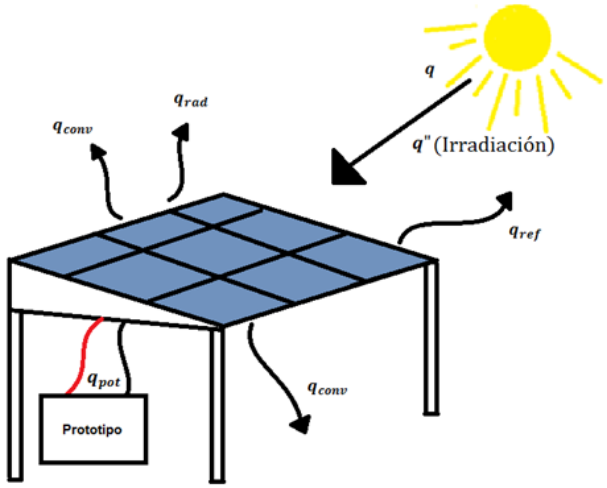


Figura 6. Balance de energía sobre el panel solar.

Las variables mostradas corresponden a:

q" = flujo de radiación que incide en la superficie del panel solar (W/m^2)
q = velocidad de flujo de radiación que incide en la superficie del panel solar (W)
q_{conv} = velocidad de transferencia de calor por convección entre la superficie del panel solar y el aire (W)
q_{rad} = velocidad de transferencia de calor por radiación desde la superficie del panel solar (W)
q_{ref} = pérdida de calor que es reflejada hacia el ambiente por la superficie (W)
q_{pot} = energía generada por el panel solar, en este caso es la potencia entregada por el panel hacia la carga (W)

La expresión que define la velocidad neta de transferencia de calor en el modelo del sistema mostrado en la figura anterior es la siguiente [3]:

$$q = h(2A)(T_S - T_\infty) + \varepsilon\sigma A\left({T_S}^4 - {T_\infty}^4\right) + q_{ref} + q_{pot}$$

donde h es el coeficiente de transferencia de calor por convección, A es el área de la superficie del panel solar en m^2, Ts es la temperatura de la superficie del panel solar y T_∞ la temperatura del ambiente en °C. Para todos los cálculos se tomará la temperatura ambiente de 28 °C, que es la temperatura media en la ciudad de Ibagué. ε es el coeficiente de emisividad del panel solar y σ es la constante de Stefan Boltzmann (5,6697 x 10^{-8} W/m^2 K^4).

Para determinar la relación entre la intensidad de radiación solar medida por la estación meteorológica y la temperatura del panel solar, se debe hallar el valor de la temperatura solar efectiva que llega al traspasar la atmosfera. Esto se tiene mediante la siguiente ecuación, que define la intensidad de radiación medida por la estación meteorológica (q") [3]:

$$q" = \varepsilon\sigma({T_{Sol}}^4 - {T_S}^4)$$

Despejando la temperatura solar efectiva (T_{Sol}), se tiene la siguiente expresión:

$$T_{Sol} = \sqrt[4]{\frac{q"}{\varepsilon\sigma} + {T_S}^4}$$

Debido a que no se tienen valores fijos de temperatura solar efectiva, no se puede determinar de esta forma la intensidad de radiación solar. Por esta razón se debe buscar una relación entre la temperatura solar efectiva y la temperatura medida sobre la superficie del panel solar para obtener una ecuación que relacione estas dos variables, y así poder definir una ecuación de intensidad de radiación solar en función únicamente de la temperatura sobre la superficie del panel solar. De esta forma se puede lograr obtener una estimación altamente confiable.

En la Figura 7 se muestra la curva de relación entre la temperatura sobre la superficie del panel solar y la temperatura solar efectiva para el primer día en el cual se tomaron las mediciones. La relación obtenida con las mediciones para este día fue la que más correlación presentó en la determinación de la estimación de la intensidad de radiación solar con respecto a las mediciones realizadas. Por esta razón fueron seleccionados estos datos.

ISSN 1809-3957

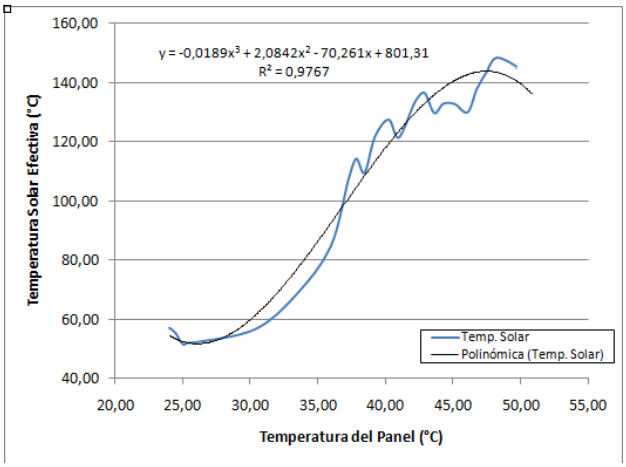


Figura 7. Relación entre la temperatura solar efectiva y la temperatura sobre la superficie del panel solar.

Esta gráfica se realizó tomando los valores de las mediciones de temperatura sobre la superficie del panel solar y de la temperatura solar efectiva, promediados cada 10 minutos para ajustar los datos y obtener una línea de tendencia más aproximada.

La ecuación que relaciona la temperatura solar efectiva que llega al ambiente (T_{sol}) y la temperatura sobre la superficie del panel solar (T_S), para un coeficiente cuadrado de correlación de 0,9767, es:

$$T_{sol} = -0{,}0189{T_S}^3 + 2{,}0842{T_S}^2 - 70{,}261T_S + 801{,}31$$

Sustituyendo la expresión anterior en la ecuación que define la intensidad de radiación medida mostrada anteriormente, se tiene la ecuación de estimación de la intensidad de radiación solar mediante la utilización del prototipo. La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\bar{q}'' = \varepsilon\sigma((-0{,}0189{T_S}^3 + 2{,}0842{T_S}^2 - 70{,}261T_S + 801{,}31)^4 - {T_S}^4)$$

donde $\bar{q}''$ es la variable de estimación de la intensidad de radiación solar en W/m^2, T_S es la temperatura medida sobre la superficie del panel solar en K, ε es el coeficiente de emisividad del panel solar y σ es la constante de Stefan Boltzmann.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se muestra gráficamente los resultados obtenidos de las mediciones realizadas de las variables analizadas sobre el panel solar.

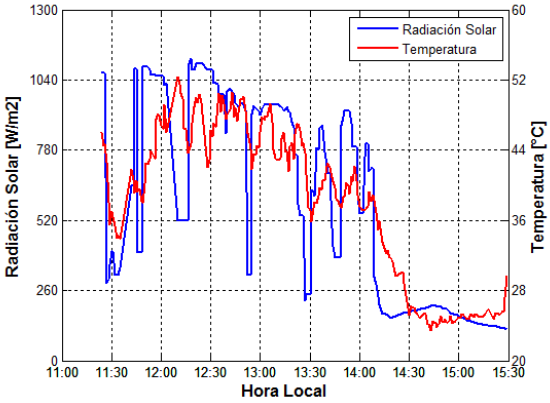


Figura 8. Comparación entre las medidas por minuto de radiación solar y temperatura sobre la superficie del panel solar.

Observando la Figura 8, se puede notar que la intensidad de radiación solar y la temperatura medida sobre la superficie del panel son altamente dependientes, lo que conlleva que incrementos en la intensidad de radiación produzcan incrementos sobre la temperatura del panel. De igual forma, cuando se presentan disminuciones en la intensidad de radiación la temperatura decae.

Los cambios de temperatura producidos por las variaciones en la intensidad de radiación son lentos. En la Figura 8 se puede observar que la temperatura no logra disminuir o aumentar en forma proporcional a cambios en la intensidad de radiación. Esto se debe a que la sensibilidad del transductor de temperatura utilizado es baja y no logra percibir estos cambios rápidos. (26)

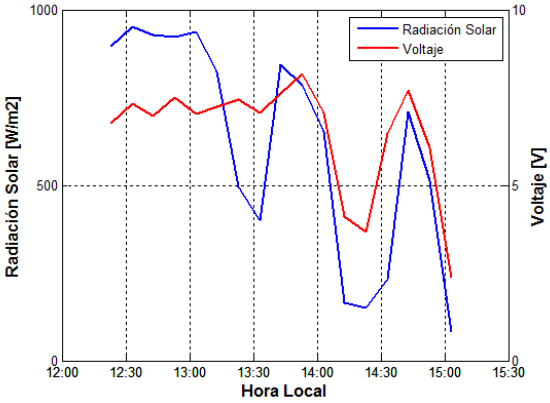


Figura 9. Relación entre los promedios cada 10 minutos de radiación solar y voltaje medidos.

En Figura 9 se observa una relación tardía entre las variaciones producidas sobre las medidas de voltaje con respecto a los cambios en la intensidad de radiación. Cuando la intensidad de radiación aumenta el voltaje se incrementa minutos después, como es observado entre las 13:30 y las 14:00 horas. De igual forma sucede cuando la intensidad de radiación disminuye.

Relacionando la Figura 8 y Figura 9, se puede observar que cuando la temperatura sobre la superficie del panel solar se incrementa en grandes proporciones, el voltaje entregado por el panel solar tiende a disminuir, por las pérdidas de calor producidas en este. Por esta razón, el voltaje producido por el panel solar durante el medio día (entre las 11:30 y las 12:30 horas) es menor que el generado en horas posteriores.

Este comportamiento sobre el voltaje no afecta el modelo hallado para la estimación de la intensidad de radiación solar, pues depende únicamente de la temperatura medida sobre la superficie del panel solar.

ISSN 1809-3957

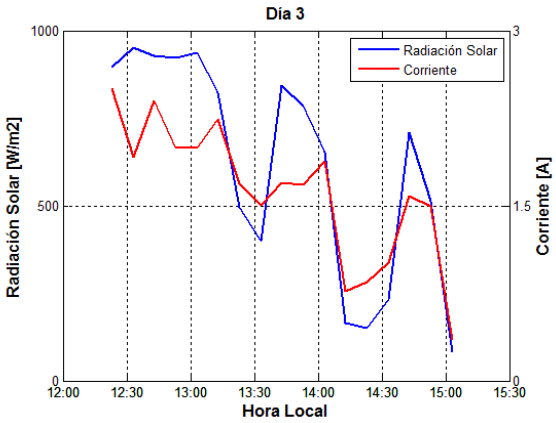


Figura 10. Relación entre los promedios cada 10 minutos de radiación solar y corriente medidos.

La Figura 10 muestra una relación bastante cercana entre las mediciones de corriente y radiación solar. La temperatura sobre la superficie del panel solar no produce ningún efecto sobre la corriente entregada a la carga, por esta razón la correlación es mayor que con respecto al voltaje.

Incrementos en la magnitud de la intensidad de radiación solar, producen incrementos de la misma manera en la intensidad de corriente eléctrica. Cuando se produce reducción en la magnitud de la intensidad de radiación, la corriente disminuye su magnitud de igual forma.

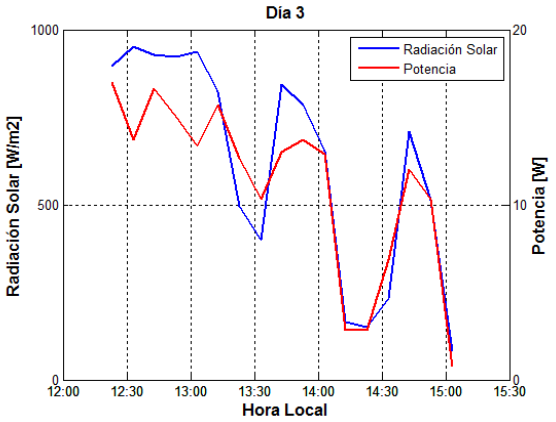


Figura 11. Relación entre los promedios cada 10 minutos de radiación solar y potencia medidos.

De la Figura 11 se puede notar que la potencia presenta el mismo comportamiento que la temperatura sobre la superficie del panel solar, a diferencia que esta actúa de forma más rápida a cambios, que como lo hacía la temperatura. Esto es debido a la mayor precisión de medición y a la sensibilidad de los sensores utilizados para determinar la potencia.

El efecto de la temperatura de la superficie del panel solar sobre el voltaje del panel solar, también es observado sobre la potencia entregada por el panel solar. Esto se debe a que la potencia depende proporcionalmente del voltaje. En la Figura 11 se puede observar el efecto generado por la temperatura y el voltaje sobre el comportamiento de la potencia.

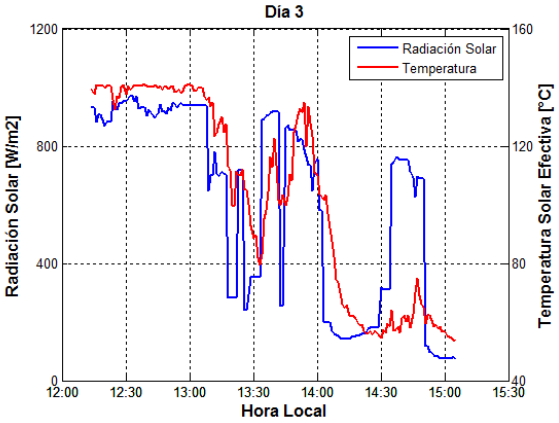


Figura 12. Relación entre la radiación solar medida y la temperatura solar efectiva.

En la Figura 12 se observa que la temperatura solar efectiva mínima que se obtuvo en el ambiente dentro de las mediciones realizadas durante los 4 días, está alrededor de 50 °C, para un valor de intensidad de radiación solar de aproximadamente 100 W/m^2. Esto permite percibir que las pérdidas de calor producidas por los factores ambientales, como nubes, polvo, polución, entre otras, generan una gran pérdida sobre el calor y la radiación entregada por el sol, pues la temperatura solar efectiva es de 5522 °C antes de traspasar la atmosfera [3].

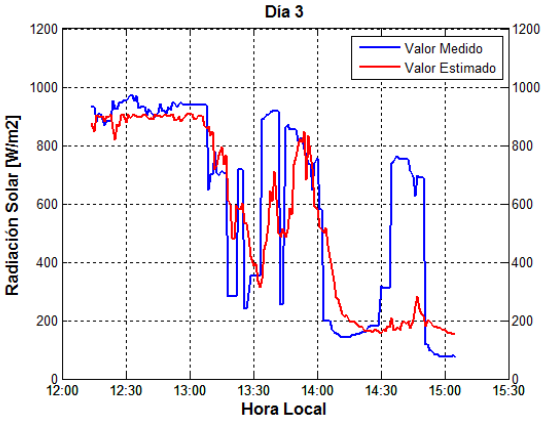


Figura 13. Comparación entre la radiación solar medida y la radiación solar estimada.

Mediante cálculos realizados se determinó que el error promedio entre las curvas de la radiación medida y la estimada es aproximadamente del 37% para las características de los 4 días en los cuales se realizaron las mediciones, en horas superiores a las 14:00.

Como es mostrado en la gráfica anterior, a partir de las 14:00 horas el modelo no permite determinar con certidumbre la intensidad de radiación solar, debido a la caída de la temperatura sobre la superficie del panel solar, variable principal para realizar la estimación. Esto reduce el horario de uso del prototipo hasta las 14:00 horas.

El modelo planteado actúa correctamente para días con intensidades de radiaciones que no sobrepasen los 1000 W/m^2, como se observa en la Figura 13. La curva de intensidad de radiación solar estimada, se satura en valores mayores de 900 W/m^2. No obstante, el modelo planteado para la estimación de la intensidad de radiación solar es muy preciso para valores menores de 700 W/m^2, siendo altamente confiable para mediciones en días nublados.

ISSN 1809-3957

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, se ha determinado que el modelo propuesto para realizar la estimación de la intensidad de radiación solar, da mejores resultados en mediciones realizadas en días poco soleados o nublados y durante las horas del medio día hasta las 14:00 horas.

Los cambios violentos producidos sobre la intensidad de radiación solar, no producen cambios proporcionales sobre la temperatura de la superficie del panel solar.

El voltaje y la corriente entregados por el panel solar no pueden proporcionar una estimación aproximada de la intensidad de radiación solar, porque no tienen una dependencia directa.

El incremento en la temperatura sobre la superficie del panel solar genera cambios tanto en el comportamiento del voltaje, como de la potencia entregada por el panel solar.

La ecuación planteada para hallar la temperatura solar efectiva mediante la utilización de la temperatura sobre la superficie del panel solar, proporciona límites de saturación ubicados en 140 °C y 50 °C.

La adquisición de datos mediante la utilización de la tarjeta de adquisición facilitó la recopilación de las mediciones para la generación de la base de datos y su posterior análisis.

La utilización de la herramienta LabVIEW en el diseño del prototipo, disminuyó costos, el tamaño del prototipo y materiales.

Para trabajos futuros se recomienda utilizar sensores de temperatura de mayor precisión, para obtener mejores resultados en la estimación de la intensidad de radiación, debido a que esta depende en su mayoría de la temperatura sobre la superficie del panel solar.

Se debe ubicar el panel solar en un lugar alejado de arboles y edificios que puedan producir sombras sobre este a lo largo de los procesos de medición.

VI. BIBLIOGRAFÍA

[1] ESRAM, T. y CHAPMAN, P.L., Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 22, No. 2, pp. 439–449, 2007.

[2] ERICKSON, Robert W. Fundamentals of Power Electronics. 2da Edición. Secaucus, NJ, USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.

[3] INCROPERA, Frank P. Fundamentos de transferencia de calor. 4ta Edición. México: Prentice Hall, 1999, p. 10.

[4] MILLS, Anthony. Transferencia de calor. Bogotá: McGraw Hill/IRWIN, 1999, p. 511.

VII. COPYRIGHT

The authors are the only individuals responsible for the material presented in this article

A ATUAÇÃO DO PODER JUDICIÁRIO NA APLICAÇÃO DOS DEVERES ANEXOS DE CONDUTA - A CIDADANIA MODELANDO O ESTADO PELA ÉTICA NAS RELAÇÕES PRIVADAS

SANDRA SUELI FERREIRA NUNES*
MESTRANDA PELA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
ssfnunes@bol.com.br

RESUMO - O presente trabalho tem como objetivo trazer breves reflexões a respeito da conduta ética que é exigida pelas partes de uma relação privada, que devem sempre se pautar na boa-fé, e do papel do Poder Judiciário na concretização do princípio da boa-fé, que em última análise é uma das vias pelas quais se pretende garantir a ética das relações jurídicas. Pretende-se demonstrar que o controle das condutas morais, por meio do estabelecimento de deveres anexos é uma forma de desenvolvimento da cidadania que redundará no aperfeiçoamento do próprio Estado.

Palavras-chave: Ética; Contrato; Deveres; Cidadania; Estado.

I. INTRODUÇÃO

A entrada em vigor da Lei n. 10.406, de 10.01.2002 - Código Civil – alterou sobremaneira o enfoque individualista das relações privadas, fazendo prevalecer os valores coletivos sobre os individuais. Fundamentaram a elaboração do referido diploma legal o Princípio da Socialidade, por meio do qual, direitos e deveres foram revisados com vistas a se garantir o pleno exercício dos direitos individuais sem, contudo, deixar que tais interesses afrontem aqueles da coletividade, e o Princípio da Eticidade, em razão do qual os valores éticos devem ser os balizadores do julgador quando a norma não prescrever de forma precisa uma determinada conduta**.**

Consoante o Prof. Fábio Konder Comparato (2006, p. 61), o ser humano só realiza integralmente suas potencialidades quando vive em uma sociedade cuja organização política não se separa das exigências éticas e regula, de modo harmonioso, todas as dimensões da vida social.

Com essa visão, o atual Código Civil propugna que as relações privadas, como um todo, seja pautado em valores éticos, fazendo especial referência às relações contratuais, ao estabelecer a obrigatória observância do princípio da boa-fé objetiva, que se constitui na efetivação da proteção da dignidade da pessoa humana nas relações obrigacionais, na medida em que impõe limites éticos às relações patrimoniais entre os contratantes.[1]

Aristóteles, em Ética a Nicômaco (2001, p. 14), sustentou que o supremo bem, objeto de estudo da ética, é também o objeto da ciência política, que tem por finalidade o bem comum, de sorte que cabe ao Estado fazer com que os cidadãos sejam bons e capazes de realizar nobres ações.

Nessa circunstância, o papel do Estado na realização do princípio da boa-fé objetiva é fundamental, atuando em prol do desenvolvimento da cidadania, que por sua vez, aperfeiçoa o Estado, já que cidadãos conscientes de seus deveres, bem como da forma proba e leal de exercê-los, não individualmente, mas em conjunto e em cooperação com os seus pares, trabalham em prol de uma sociedade justa e solidária, atuando na promoção e desenvolvimento do Estado.

II. ELEMENTO ÉTICO NAS RELAÇÕES CONTRATUAIS PRIVADAS

O Código Civil de 2002, em seu artigo 422, estabeleceu que "os contratantes são obrigados a guardar, assim na conclusão do contrato, como em sua execução, os princípios de probidade e boa-fé".

Referida norma retrata a preocupação em resgatar a confiança nas relações contratuais, perdida em função das mudanças sofridas na sociedade, quer de ordem econômica quer de ordem social, que massificaram as relações negociais, despersonalizando-as.

Buscou o legislador de 2002 ultrapassar o formalismo jurídico característico do Código Civil de 1916, introduzindo valores éticos no ordenamento jurídico. Para tanto, utilizou-se da técnica legislativa das cláusulas gerais, que tem o condão de compatibilizar a técnica jurídica com os valores éticos que devem nortear a sociedade.

Na medida em que o sistema jurídico fechado no qual se funda o Direito Civil, não é capaz de atender as necessidades decorrentes do pluralismo e complexidade das relações sociais, tampouco os anseios constitucionais de garantir a dignidade humana e a cidadania, a inclusão de cláusulas gerais no ordenamento jurídico como a boa-fé, vem possibilitar que o aplicador da lei faça uma interpretação criativa, adequando as normas do direito privado aos valores constitucionais.

* Advogada, mestranda em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especialista em Direito Civil e em Direito Empresarial pela Universidade São Judas Tadeu, professora das disciplinas de Direito Civil e Processual Civil da Universidade Anhanguera - UniABC.

[1] Nelson Rosenvald e Cristiano Chaves de Farias esclarecem que "o princípio da boa-fé atuará como enquadramento constitucional do Direito das Obrigações, na medida em que a consideração pelos interesses que a parte contrária espera obter de uma dada relação contratual, mais não é que o respeito à dignidade da pessoa humana em atuação no âmbito negocial". (2008, p. 61).

ISSN 1809-3957

O princípio da boa-fé objetiva se consubstancia em um *standard* ético-jurídico que deve orientar a conduta dos contratantes, e exerce basicamente três funções, a saber, (i) integrativa e interpretativa, (ii) função criadora de deveres anexos, (iii) função limitadora do exercício de direitos subjetivos, e pela sua aplicação pretende-se conduzir ao estabelecimento da justiça no contrato.

Com efeito, ao garantir lisura, transparência, cooperação entre as partes, respeito, dentre outros deveres, mediante a aplicação da boa-fé objetiva, busca-se o estabelecimento de relações mais igualitárias, não apenas formalmente, mas materialmente e, portanto, relações mais justas.

O elemento ético aqui analisado restringe-se, pois, à atuação em consonância com a boa-fé objetiva, da qual decorrem deveres anexos, assim considerados aqueles deveres que extrapolam os expressamente previstos pelas partes, e que seriam os deveres principais que levam ao cumprimento da obrigação.

III. DEVERES ANEXOS DE CONDUTA E O PAPEL DO JUDICIÁRIO NA SUA APLICAÇÃO

A boa-fé objetiva, consoante assinala Sampaio (2004, p. 53), "é fonte de deveres além daqueles determinados pela vontade das partes", denominados deveres anexos ou laterais.

Apesar da fluidez do termo é possível identificar a boa-fé objetiva como *dever*, e nessa circunstância, decorre do princípio da boa-fé objetiva no contrato, a obrigação para as partes de cumprirem não apenas as disposições que convencionaram, mas, também, as obrigações acessórias, anexas ou laterais.

Em outras palavras, desse dever de boa-fé surge a possibilidade de se exigir que os contratantes adotem uma postura escorreita, assim considerada pelos padrões ético-sociais aceitáveis, de maneira objetiva, o que exclui da análise a intenção das partes ao adotar determinada conduta.

Assim, dever de cuidado, de respeito, de informar, de lealdade, de cooperação, de transparência, de honestidade, são exemplos de deveres que, a despeito de não estarem expressamente previstos em determinado contrato e, portanto, não sendo os deveres primários que têm as partes, devem ser por elas observados, já que estão obrigadas a agir segundo a boa-fé. Trata-se da jurisdicização de deveres morais.

Utilizou-se o legislador na instituição da norma do artigo 422 da técnica da cláusula geral, assim explicada por Judith Martins-Costa:

> "as cláusulas gerais constituem o meio legislativamente hábil para permitir o ingresso, no ordenamento jurídico, de princípios valorativos, expressos ou ainda inexpressos legislativamente, de *standards,* máximas de conduta, arquétipos exemplares de comportamento, de normativas constitucionais e de diretivas econômicas, sociais e políticas, viabilizando a sua sistematização no ordenamento positivo". (2000, p. 274)

Tal técnica legislativa caracteriza-se pela vagueza da linguagem, deixando a cargo do aplicador da norma, a partir do caso concreto, e em confronto com valores estabelecidos na sociedade, concretizar a norma. Assim, a cláusula geral da boa-fé é apenas o parâmetro, o norte a ser seguido pelo julgador, que deve complementar a norma pautando-se nos padrões vigentes na sociedade, isto é, nos comportamentos tidos como "normais" pela sociedade. Mais uma vez a esclarecedora lição de Judith Martins-Costa

> "constitui, portanto, uma disposição normativa que utiliza, no seu enunciado, uma linguagem de tessitura intencionalmente "aberta", "fluida", ou "vaga", caracterizando-se pela ampla extensão do seu campo semântico, a qual é dirigida ao juiz de modo a conferir-lhe um mandato (ou competência) para que, à vista dos casos concretos, crie, complemente ou desenvolva normas jurídicas, mediante o reenvio para elementos cuja concretização pode estar fora do sistema (...)". (2000, p. 303)

A norma que preconiza o princípio da boa-fé, no entendimento de Rui Rosado de Aguiar (1994, p. 14), tem natureza jurídica de cláusula geral[2], e é justamente essa natureza que permite que o juiz tenha uma margem maior de atuação, e construa uma norma concreta que atenda aos fins sociais e, portanto aos anseios constitucionais. As cláusulas gerais, portanto, são normas que definem valores e parâmetros de interpretação.

Consoante assinala Gerson Luiz Carlos Branco (2006, p. 200) as cláusulas gerais inseridas no Código Civil são pontos de recepção da realidade ética que está em torno dos contratos, uma vez que por meio deles os juízes preencherão os modelos jurídicos[3] construídos ao redor dos diferentes referenciais éticos postos no Código Civil, solucionando os problemas a partir das experiências sociais, do comportamento do homem, o que se denomina de ética da situação.

Ressaltou Reale ao prefaciar Código Civil (2003, p. 16) que "o que se objetiva alcançar é o Direito em sua *concreção*, ou seja, em razão dos elementos de fato e de valor que devem ser sempre levados em conta na enunciação e na aplicação da norma".

Nessa circunstância, o papel do aplicador da norma é fundamental para garantir a observância dos deveres anexos – deveres morais jurisdicizados – na medida em que será o responsável pela criação ou complementação da norma jurídica, a partir do caso concreto posto para julgamento. Não lhe cabe tão somente fazer a subsunção da norma ao fato, mas criar o direito que será aplicado ao caso posto para solução.

IV. A CIDADANIA COMO FATOR DE MUDANÇAS SOCIAIS

O termo cidadania talvez seja um dos mais utilizados na contemporaneidade e está longe de ter um

[2] Referido autor define a cláusula geral do Direito como "uma norma jurídica que serve para avaliar a conduta, mas não define essa conduta. É norma em branco que atribui ao aplicador a função de estabelecer, caso a caso, qual a conduta devida, isto é, qual o comportamento esperado do cidadão, naquelas circunstâncias e naquela relação."

[3] Esclarece o referido autor que os modelos jurídicos correspondem ao conteúdo das estruturas normativas e dizem respeito à significação, eficácia e aplicação

ISSN 1809-3957

conceito unívoco, podendo-se a ele recorrer para designar diversos matizes de uma mesma ideia.

Segundo aponta Pedro Paulo Funari (2008, p. 49), cidadania em sentido moderno deriva da Revolução Francesa e designa "o conjunto de membros da sociedade que têm direitos e decidem o destino do Estado".

De forma genérica pode-se dizer que Cidadania é o direito que têm os membros da sociedade, os cidadãos, de participarem ativamente da vida social, política e econômica, emitindo suas opiniões, anseios, clamores, e de influenciar nas mais diversas esferas, com vistas a tornar efetivos direitos já reconhecidos ou, ainda, buscar o reconhecimento de outros que impliquem na melhoria das condições de vida.

Maurício Waldman (2008, p. 546) sustenta que "a noção de cidadania é, em geral, avaliada na ótica do cidadão no tocante às possibilidades e potencialidades que este pode ou poderia desfrutar no seu relacionamento com o Estado e com a sociedade no seu sentido mais amplo".

A história da cidadania é marcada por lutas, cada uma a seu tempo, visando conquistas variadas; lutou-se pela igualdade, lutou-se pelo reconhecimento de direitos civis e políticos, por direitos sociais, pela ampla participação na vida do Estado, e hodiernamente, apesar das diversas conquistas já empreendidas, continua-se lutando em prol de uma sociedade justa e solidária, em que se vislumbre não apenas uma igualdade formal entre os seus membros, mas uma igualdade substancial.

Esta igualdade substancial pela qual se luta hoje em dia encontra óbice, sobretudo, no poderio econômico de grandes grupos, que manobram as relações sociais na desenfreada busca de lucro, tornando sujeitos livres e iguais perante a lei, em sujeitos livres, iguais perante a lei, mas absolutamente desiguais em condições sociais e econômicas.

O cerne da cidadania reside na liberdade, sendo esta o seu próprio fundamento. Entretanto, a própria liberdade, pressuposto da cidadania, para muitos indivíduos e povos teve que ser objeto de conquista, muitas vezes mediante lutas armadas.

O fato é que a busca pela cidadania, ao longo dos tempos, tem se demonstrado um hábil fator de mudanças, inclusive para a própria estrutura e objetivos do Estado. Cada Estado é o que é, em função dos movimentos ligados à cidadania.

O século XVIII foi determinante para a concepção de cidadania atual já que neste período histórico o homem passou a ter maior consciência de sua condição e importância para a história e para as transformações sociais, econômicas e culturais.[4] A consciência do homem acerca da sua própria condição o levou a buscar, de forma mais incisiva, o reconhecimento social dos seus direitos, especialmente, direitos de igualdade, liberdade e fraternidade, que se tornaram o lema da Revolução Francesa em 1789, e que marcou, definitivamente, a ideia de cidadania.

Além disso, passou a vigorar uma concepção inclusiva de cidadania, de sorte que todos deveriam ter as mesmas condições e possibilidades e, para tanto, os direitos deveriam ser cada vez mais estendidos a um número maior de pessoas, evitando-se a concessão de privilégios a poucos, e os bens deveriam ser a todos acessíveis, em condições de igualdade.

Esse anseio serviu de base para as muitas lutas que foram e vêm sendo travadas na busca da construção de uma sociedade justa e solidária; movimentos sociais levaram à libertação da escravidão, ao reconhecimento do direito de voto às mulheres, à igualdade de condições para as minorias, ao reconhecimento de direitos sociais.

V. A CIDADANIA MODELANDO O ESTADO PELA ÉTICA NAS RELAÇÕES PRIVADAS

Ao Estado cabe zelar pela preservação e garantia do exercício dos direitos de cidadania, sendo que a sua falha neste intento autoriza o cidadão a contra ele se insurgir; essa insurgência contra o Estado em função das lutas pelos direitos de cidadão, sem dúvida, transforma-o e aperfeiçoa-o, de modo a ser, de fato, instrumento de realização dos homens e cidadãos, e não um fim em si mesmo.

Nesse constante caminhar em busca do aperfeiçoamento da cidadania a ação coletiva tem se mostrado indispensável, na medida em que possibilita transformações decorrentes da aplicação de sanções morais coletivas. A pressão exercida pela coletividade em prol de mudanças em esferas específicas da vida social, econômica, política, muitas vezes coage aquele que adota condutas incompatíveis com o desejo da sociedade, a mudarem o seu comportamento, o que serve tanto para a esfera privada quanto para a esfera pública.

A boa-fé objetiva na qual devem se pautar as partes de uma relação contratual, agora positivada no artigo 422 do Código Civil, é um mecanismo que pode e deve ser utilizado como meio de coação para o restabelecimento da justiça contratual, frise-se, justiça material e não apenas formal.

A exigência voltada para os indivíduos de, no âmbito das relações privadas contratuais, agirem segundo padrões de conduta socialmente aceitáveis, sendo honestas, leais, transparentes, solidárias umas com as outras na realização dos seus negócios é um mecanismo que pode resgatar a confiança nas relações e a conduzir a uma efetiva igualdade entre contratante e contratado.

A cidadania nesta esfera não se concretiza quando, a despeito da existência de uma negociação formalmente válida, pela observância das regras legais aplicáveis ao caso, um dos contratantes é lesado pela falta de transparência, cooperação e lealdade do outro.

Na medida em que indivíduos conscientes, no exercício dos seus direitos e, portanto, no exercício da cidadania, exigem lisura, honestidade, lealdade e transparência no cumprimento das obrigações assumidas, contribuem para a transformação social que repercute na modelagem do próprio Estado.

Por outro lado, cabe ao Poder Judiciário atuar na garantia do cumprimento desses deveres de ordem moral, agora jurisdicizados, por ocasião da aplicação da lei, concretizando essa cláusula geral da boa-fé, identificando no caso concreto a conduta violadora dessa regra de conduta e sancionando o contratante que a descumprir.

O contrato deve se identificar com os interesses sociais, realizando as funções de garantia de estabilidade,

[4] ODÁLIA, Nilo. *A liberdade como meta coletiva.* In: PINSKY, Jaime e PINSKY, Carla Bassanezi (orgs). *História da Cidadania.* 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2008, p. 160.

ISSN 1809-3957

previsibilidade, segurança jurídica, indispensáveis para o perfeito funcionamento da vida econômica (BRANCO, 2006, p. 260), e desviado desses motivos a lei impede que o contrato surta efeitos. O conteúdo do contrato na atual conjetura é indispensável para a sua validade e eficácia, o que demonstra a mudança de concepção de justiça do contrato fundado nas bases liberais.

Somente uma ação conjunta entre cidadãos e Estado possibilita o resgate da confiança nas diversas relações sociais, contribuindo para o bem de todos.

VI. CONCLUSÃO

A jurisdicização de valores morais social e objetivamente aceitos, incorporados ao sistema por meio da cláusula geral da boa-fé objetiva pode se revelar em um instrumento de exercício da cidadania, na medida em que permite a efetiva concretização de direitos, especialmente de igualdade no contrato, que deve conduzir à realização da justiça.

Entretanto, para que este objetivo seja alcançado, mister se faz uma atuação incisiva do Estado, por meio do seu Poder Judiciário, ao concretizar o princípio da boa-fé objetiva.

Por outro lado, cidadãos conscientes de seus deveres e direitos, bem como da forma proba e leal de exercê-los, não individualmente, mas em conjunto e em cooperação com os seus pares, trabalham em prol de uma sociedade justa e solidária, atuando na promoção e desenvolvimento do Estado.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR JÚNIOR, Ruy Rosado de. Cláusulas abusivas no Código do Consumidor. In: MARQUES, Cláudia Lima (coord.). *Estudos sobre a proteção do consumidor no Brasil e no Mercosul.* Porto Alegre: Livraria do Advogado, 1994.

ARISTÓTELES. *Ética a Nicômaco.* 5ª ed. São Paulo: Editora Martin Claret, 2001.

BRASIL. *Novo código civil brasileiro: lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002: estudo comparativo com o código civil de 1916, Constituição Federal, legislação codificada e extravagante.* TAPAI, Giselle de Melo Braga (coord); prefácio do prof. Miguel Reale. 3ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

COMPARATO, Fábio Konder. *Ética: Direito, moral e religião no mundo moderno.* São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

FUNARI, Pedro Paulo. *A Cidadania entre os romanos.* In: PINSKY, Jaime e PINSKY, Carla Bassanezi (orgs). *História da Cidadania.* 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2008.

MARTINS-COSTA, Judith. *A boa-fé no direito privado: sistema e tópica no processo obrigacional.* 1ª ed. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2000.

ROSENVALD, Nelson e FARIAS, Cristiano Chaves. *Direito das Obrigações*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.

SAMPAIO, Laerte Marrone de Castro. *A boa-fé objetiva na relação contratual.* São Paulo: Manole, 2004. (Cadernos de direito privado; v.1 / Escola Paulista da Magistratura).

WALDMAN, Maurício. N*atureza e sociedade como espaço de cidadania*. In: PINSKY, Jaime e PINSKY, Carla Bassanezi (orgs). *História da Cidadania.* 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2008.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: a autora é a única responsável pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE COM VISTA À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO DO USUÁRIO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS

[1]ENZO BERNARDES RIZZO, [2] SANDRO ROGÉRIO LAUTENSCHLAGER
1,2 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
enzo_b_rizzo@hotmail.com

Resumo - Este artigo apresenta a comparação entre sistemas de distribuição de água quente, buscando a eficiência energética e otimização destes. Como premissa direta deste objetivo, está a solução do problema da espera excessiva para que a água quente chegue ao ponto de consumo, o que prejudica o conforto do usuário e gera grandes volumes de água que são desperdiçados. Comparou-se dois sistemas de distribuição de água quente distintos: distribuição sem recirculação e distribuição utilizando tubulação flexível com diâmetros reduzidos e relocação de bomba de recirculação a fim de pressurizar o sistema. Para obter esta ultima configuração adaptou-se um sistema existente com recirculação. Os testes e análises de cada sistema baseam-se no tempo de chegada da água quente ao usuário e os custos de modificação do sistema tradicional para o sistema que utiliza diâmetros reduzidos e bomba de pressurização. Verificou-se que o sistema com tubos flexível e menor diâmetro pode reduzir o tempo de espera de 90 segundos para 45 segundos, além disso, o volume de água desperdiçada reduz em aproximadamente 30%.

Palavras-chave: Distribuição de Água quente. Tubulação Flexível. Eficiência Energética.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, cresce cada vez mais a preocupação e a busca do homem por fontes eficientes e renováveis de energia necessária para o aquecimento da água em edificações, sejam elas industriais ou prediais. Assim é importante utilizar uma fonte de energia limpa, com reduzido impacto ambiental e também um sistema adequado de distribuição dessa água aquecida, de forma que durante o seu transporte até os pontos de utilização, não ocorra troca de calor com o meio e consequentemente queda de temperatura da água reservada.

Este trabalho sugere uma nova abordagem para o projeto das tubulações de água quente, instalações essas que servem às peças de utilização, aparelhos sanitários ou equipamentos, tendo por objetivo a higiene e o conforto dos usuários das edificações residenciais.

O sistema de distribuição da água quente normalmente utiliza uma instalação central de água quente composta, de placas coletoras de energia solar de um reservatório de água quente, dito reservatório térmico (*boiler*), que armazena a água aquecida antes que seja conduzida aos pontos de consumo.

Foram analisados dois sistemas, um sistema sem recirculação, e o mesmo sistema sem recirculação foi modificado substituindo parte da tubulação por outra tubulação de diâmetros inferior e uma bomba de pressurização a fim de atender às pressões requeridas pelos pontos de consumo, chuveiros e lavatórios. Realizou-se uma análise sobre os custos de alteração do sistema convencional para o sistema com tubulações flexível de diâmetro inferior.

.

II. OBJETIVOS

Este trabalho visa comparar dois sistemas de distribuição: o sistema sem recirculação mais tradicional, que é o mais utilizado nas edificações unifamiliares e o sistema com tubulação flexível e diâmetros menores com auxilio de bomba para pressurizar a rede.

Desta maneira, busca-se avaliar o conforto propiciado pelos diferentes sistemas ao usuário, quanto à espera da chegada da água quente em um determinado ponto de consumo da edificação e os custos para mudança do sistema tradicional para o sistema de tubulação flexível e diâmetros reduzidos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Tomou-se uma residência para que os experimentos pudessem ser realizados. Trata-se de um sobrado de aproximadamente 290m^2 que dispunha do sistema de distribuição sem recirculação de água quente e com sistema de aquecimento solar.

Inicialmente, mediu-se toda a tubulação de água quente, desde a saída do reservatório térmico até o ponto mais distante de consumo, tomando nota dos comprimentos e conexões. Nesta residência o ponto de consumo de água quente mais distante é a torneira na cozinha. Abriu-se a torneira da cozinha e mediu-se a variação da temperatura da água que saía em função do tempo decorrido. Toda parcela da água escoada foi acumulada em um reservatório para medir o volume. Para medida de temperatura utilizou-se um Termômetro digital a laser, infravermelho Infrared MT-350 Minipa®.

Foram realizadas simulações para estimar qual seria o tempo necessário para água percorrer a tubulação, sendo para isto utilizada a equação (2.1), a qual relaciona o diâmetro da tubulação (D), comprimento total do trecho (L_{trecho}) e vazão (Q).

$$t = \frac{\frac{\pi . D^2}{4} x L_{trecho}}{Q} \qquad (2.1)$$

ISSN 1809-3957

Estimou-se também a partir da equação da energia, que leva a consideração a altura geométrica entre o reservatório térmico e o ponto de consumo, pois a vazão da água nem sempre corresponde ao valor imposto por norma. A equação da energia é expressa através da equação (2.2).

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{12} \qquad (2.2)$$

onde:

Z - cota geométrica (m);
P – pressão ($kg.s^{-2}.m^{-1}$);
V – velocidade ($m.s^{-1}$);
γ - peso especifico da água ($kg.m^{-2}s^{-2}$);
g – gravidade ($m.s^{-2}$);
ΔH – perda de carga (m).

Na figura 1 ilustra-se a situação adotada para determinar a velocidade dado o desnível geométrico.

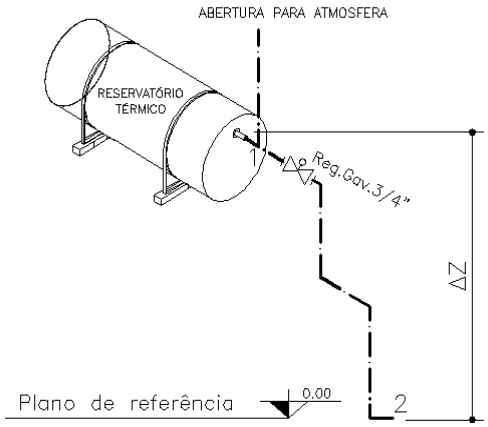


Figura 1 – Situação esquemática para uso da Eq. da energia

Tomando o caso ilustrado na figura 1, considerou-se que a velocidade dentro do reservatório de água quente no ponto 1 seja aproximadamente nula. Além disso, considerou-se que pressão atmosférica nos pontos 1 e 2 sejam equivalentes. Portanto, a equação (2.2) pode ser simplificada, resultando na equação (2.3).

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g}(0) = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{12}$$

$$\rightarrow \boxed{z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{12}} \qquad (2.3)$$

Macintyre (1996, p.25) apresenta a expressão geral da perda de carga válida para qualquer líquido, desenvolvida por Darcy e Weisbach, a qual é empregada no chamado método moderno ou racional, para cálculo da perda de carga na tubulação. Devido à sua grande abrangência de aplicação, no que refere a vários casos como exemplo diferentes diâmetros de tubulação e diferentes temperaturas em que a água se encontra, fora utilizada esta metodologia, enquanto que outras expressões são restritas a determinadas condições.

Para o sistema de distribuição com tubulação flexível foi necessária a adaptação de um novo sistema na residência já analisada. Não era viável realizar quebras nas paredes para que se conduzisse a tubulação flexível até os pontos de consumo. Decidiu-se assim por realizar uma junção entre a tubulação flexível e a convencional de forma que esta última tivesse o menor comprimento possível, para simular de maneira mais fiel possível o novo sistema.

Para a montagem do sistema, utilizou-se uma tubulação flexível multicamadas Emmeti®, de origem italiana. Para realização deste procedimento, contou-se com um encanador para auxiliar na montagem de algumas peças e utilização de ferramentas específicas necessárias para realizar as conexões.

A residência já possuía uma bomba usada para o sistema de recirculação de água quente, porém não estava sendo utilizada há algum tempo. Portanto, retirou-se esta bomba da tubulação existente e inseriu-se esta na saída do reservatório térmico, após o registro de gaveta. Anteriormente a isto, retirou-se a tubulação de cobre existente após o registro de saída do reservatório e sua conexão com o registro. A partir deste passo, instalou-se a bomba e posteriormente a tubulação Emmeti® conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2 – Detalhe da bomba instalada

Assim, esta tubulação foi estendida por toda a cobertura da residência, até que atingisse o ponto mais distante em relação à posição do reservatório térmico. Neste ponto foi feita a união entre a tubulação flexível e a tubulação de CPVC® existente. Portanto, a tubulação flexível "terminou" em um ponto próximo àquele em que a tubulação vira através de um cotovelo de 90°, deixando de ser horizontal e passando a estar na vertical, já dentro da parede, até atingir a pia de cozinha conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Ligação entre a tubulação flexível e a de CPVC® existente

ISSN 1809-3957

Desde o trecho da saída do reservatório até o ponto final de ligação com a tubulação existente, foram feitos 2 derivações da tubulação através de tês, para alimentarem chuveiros.

Após realizadas todas as conexões mostradas, procedeu-se à abertura do registro posterior ao reservatório térmico, para que a água quente pudesse novamente estar disponível para o uso. Tomou-se novamente como ponto de estudo a torneira da pia de cozinha.

Realizou-se uma simulação para estimar como o tempo gasto para que a água quente chegasse ao ponto de consumo mudando o diâmetro da tubulação. Para isto utilizou o software Excel®, levando em conta uma tubulação cuja extensão seja 10 metros, com uma vazão de 0,25 $L.s^{-1}$, vazão esta relativa à torneira de uma pia de cozinha recomendada pela NBR 5626-1998.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4.1 os resultados da simulação são apresentados, mostrando uma diferença significativa no tempo de chegada conforme o diâmetro aumenta.

Tabela 4.1 – Variação do tempo em função do diâmetro

Ø tub.(mm)	Área seção (m²)	Vazão ($L.s^{-1}$)	Tempo est.(s)
16	0,000201062	0,25	8,04
20	0,000314159	0,25	12,57
25	0,000490874	0,25	19,63
32	0,000804248	0,25	32,17
40	0,001256637	0,25	50,27
50	0,001963495	0,25	78,54

Para a residência em questão, foram obtidos os comprimentos totais (somados os comprimentos equivalentes) de 29,33 metros para a tubulação de 28 mm e 3,11 metros para a parte de 22 mm. Assim, a partir da relação descrita pela equação (2.1), obtêm-se os dados expressos na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Estimativa do tempo de chegada

Comprimento (m)	Ø (mm)	Área da seção (m²)	Vazão $(L.s)^{-1}$
29,33	28	0,000615752	0,25
3,11	22	0,000380133	0,25
Tempo est. (s)	76,97		

É possível também estimar este tempo para a água quente chegar ao ponto de consumo em questão a partir da equação da conservação da energia. A tabela 4.3 expõe os resultados obtidos, tendo em vista o valor de 0,01 para a rugosidade absoluta da tubulação (válido tanto para o PVC® ou cobre) e $0,804.10^{-6}$ $m^2.s$ para a viscosidade cinemática da água, considerada à temperatura de 30˚C.

Tabela 4.3 – Estimativa do tempo de chegada a partir da Eq. da Energia

L (m)	V (m/s)	Q (m^3/s)	Rey	F	ΔH (m)	T (s)
3,11	0,97	0,00037	26601,29	0,02	0,16	3,20
29,33	0,88	0,00054	30779,53	0,02	0,97	33,19
				Tempo	est. (s)	36,38

Os resultados obtidos para a variação de temperatura são apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Aumento da Temperatura em função do tempo

Tempo (min)	Temp. (˚C)
00:00	16
01:00	19
01:30	32
Vol.gasto	9,45 l

Verifica-se que o tempo estimado através da equação (2.1) se aproximou mais com a situação real quando comparado com o método da equação da energia. Esta é válida somente para escoamentos permanentes, o que não ocorre na prática para este estudo, pois a velocidade varia com o tempo.

Para o sistema de tubulação flexível montado na residência descrita, os valores obtidos são apresentados na tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Aumento da Temperatura em função do tempo

Tempo (min)	Temp. (˚C)
00:00	22
00:30	23
00:45	35
00:50	40
Vol.gasto	6,00 l

O tempo para que a água quente chegasse à torneira foi de 50 segundos, ao passo que o sistema convencional anteriormente testado este tempo foi de 1,5 minutos, representando um desvio percentual relativo de 80%.

Não somente o tempo diminuiu consideravelmente, mas também o volume, que no sistema convencional foi de 9,45 litros enquanto que no sistema com a tubulação flexível foi de 6,00 litros, o que representa menos da metade gasta pelo primeiro sistema analisado.

Vale observar que este tempo poderia ser diminuído ainda mais se a bomba possuísse uma potência maior. A bomba em questão possuía 120 W, o que equivale a 0,16 cv, sendo esta bomba utilizada anteriormente somente para o sistema de recirculação da água quente.

Deve-se resaltar o fato do reservatório de água quente não ser projetado para operar pressurizado e assim uma bomba com potência maior e consequentemente maior pressão de sucção poderia danificar a saída do reservatório. Portanto caso o usuário opte por aumentar a pressão, recomenda-se a instalação de um reservatório de alta pressão.

ISSN 1809-3957

Este sistema possui um custo de implantação principalmente influenciado pelo tipo da bomba. Para um sistema similar ao implantado, um usuário que disponha do sistema convencional de distribuição de água quente sem recirculação, gasta em torno de R$ 600,00 para a montagem do novo sistema, incluindo o custo da bomba, nova tubulação e conexões, excluindo o custo da mão de obra. Porém, o gasto mensal de operação da bomba é baixo. Para a bomba em questão, de 120 W de potência, é possível estimar o gasto de energia através da equação (4.1).

$$E = Pot.\Delta t \tag{4.1}$$

onde:

E - energia (KW.h);
Pot – potência (KW);
Δt – tempo (h);

Considerando um uso da bomba de 2 horas diárias, ao final do mês (60 horas), o gasto enérgico é dado na equação (4.2).

$$E = 0{,}120.60 \rightarrow \boxed{E \quad 7{,}2 \text{ KW.h}} \tag{4.2}$$

De acordo com a Copel, dado do mês de Agosto de 2012, o preço de cada KW.h de consumo é de R$ 0,21. Então, para o consumo descrito anteriormente, o gasto extra do consumidor na sua conta de energia devido à utilização da bomba é de R$ 1,51.

Este custo adicional mensal pode ser considerado desprezível diante da economia de água e do conforto que o usuário possui com o uso do sistema apresentado.

Há o gasto adicional devido ao funcionamento da bomba, porém o gasto com água também tende a diminuir, pois como a espera do usuário para que a água quente chegue com este sistema instalado é menor em relação ao tempo gasto no sistema convencional sem recirculação, fazendo com que neste último mais água seja desperdiçada. Para a pia de cozinha, o volume gasto para que a água quente chegasse foi de 9,45 litros para o sistema convencional, enquanto que para o sistema com tubulação flexível e bomba foi de 6,00 litros. Isto representa uma economia de 3,45 litros de água a cada abertura da torneira até que a água quente seja percebida pelo usuário. Além da torneira, há também economia nos chuveiros e em outros pontos de consumo de água quente da edificação. Considerando que 5 vezes por dia um usuário possa abrir o registro em algum ponto da residência e economiza 3,45 litros de água para cada vez que há um consumo, no final do mês a economia de água é da ordem de 517,5 litros, o que representa uma economia de R$ 3,08 na conta de água, a partir da taxa estipulada pela Sanepar de R$ 5,96 a cada m³ de água gasto, incluindo a parcela do esgoto.

Desta maneira, o gasto adicional da bomba é menor em relação ao gasto de água proporcionada pelo sistema, tornando-o assim mais econômico nas despesas mensais.

V. CONCLUSÃO

O sistema de distribuição de água quente sem recirculação, mais tradicional entre as residências, como esperado através das previsões de cálculo realizadas e pelas medições executadas na prática, somente é recomendado em residências nas quais a tubulação de água quente tenha um comprimento pequeno (pode se estipular um valor de referência da ordem de 10 metros como comprimento virtual para a tubulação). Para comprimentos maiores que este, como o caso analisado do sobrado, cuja tubulação possui comprimento virtual de 30 metros, o tempo de espera para que a água quente chegue é em torno de 1,5 minutos. Além do desconforto da espera, há um gasto excessivo de água neste processo.

Nesses casos, recomenda-se o uso da bomba de recirculação, responsável por manter a água quente na tubulação, seja por um sensor de temperatura para acionar a bomba, ou seja, por horários de funcionamento pré-estabelecidos para que esta entre em funcionamento. No entanto, há um gasto de energia elétrica associado a este processo, nos momentos em que a bomba estiver ligada além da perda de calor com o meio que não foi estudado nesta pesquisa e dever ser verificada em pesquisas futuras. Como a bomba tem a função de extrair a água quente do reservatório térmico para retirar a água fria na tubulação, esta água volta ao reservatório fazendo com que a temperatura da água dentro dele caia, diminuindo assim a eficiência energética do sistema por permitir uma entrada de água fria "a mais" no reservatório, além da advinda da própria caixa d´água. Porém, neste sistema, o desperdício de água é muito pequeno, pois esta está em constante circulação no sistema, não sendo necessário que o usuário espere a água fria sair da tubulação, pois a parcela de água fria retorna ao reservatório, permitindo com que a água quente chegue rapidamente aos pontos de consumo.

Faz-se necessário a realização de pesquisas futuras, a fim de verificar quantitativamente a queda de temperatura do reservatório térmico para o sistema que utiliza recirculação.

O sistema com tubulação flexível de pequenos diâmetros apresentou resultados satisfatórios, sendo indicado para residências com sistema existentes similares aos mencionados neste trabalho. Mesmo que este sistema também tem um gasto associado ao uso da bomba, não há entrada de água fria no reservatório térmico novamente como há no sistema com recirculação. No entanto, este sistema possui alguns inconvenientes, como o sua dependência da energia elétrica para funcionamento. No caso de uma queda de energia, o sistema fica deficiente no período, haja vista a necessidade da bomba pressurizar o sistema. Além disso, ele exige ferramentas específicas para realizar conexões, diferentes em relação às tradicionalmente usadas no sistema Aquatherm®. Porém, tendo em vista o conforto e a economia de água que ele proporciona, este sistema é uma opção relevante para ser analisada pelo usuário, tanto aquele que está construindo uma edificação ou aquele que já dispõe de outros sistemas instalados em sua residência.

ISSN 1809-3957

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998.
[2] MACINTYRE, A.J. Instalações Hidráulicas - Prediais e Industriais. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
[3] PORTO, R.M. Hidráulica Básica. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.
[4] WIGGERT, D. C.; POTTER, M. C.; Mecânica dos fluidos. 1ª Ed. Thomson Pioneira; 2004.

VII. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

AVALIAÇÃO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS.

JAMILLE GALVÃO DOS SANTOS[1]; GETULIO TEIXEIRA BATISTA[1]; MARCELO DOS SANTOS TARGA[1]; LUIS NERY RODRIGUES[2].
1 - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ – UNITAU; 2 - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ – IFPA, CASTANHAL/PA

Resumo - O conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é de fundamental importância para se definir técnicas de conservação do solo em bacias hidrográficas, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem. A bacia do rio Apeú, local de estudo, é ocupada predominantemente por atividades agropastoris, com práticas de manejo inadequadas cujos efeitos sobre o solo podem ser previstos se conhecidas as principais características físicas e hidrológicas dos solos e, assim, minimizadas as consequências negativas. Neste estudo, a associação da velocidade de infiltração (VIB) com as propriedades físicas da camada superficial foi avaliada para um Argissolo Vermelho-Amarelo, utilizando-se a metodologia do infiltrômetro de duplos anéis. A VIB variou de moderada a baixa, o que indica que esta bacia tem grande potencial para escoamento superficial e está sujeita a processos erosivos. A área florestada apresenta uma das mais baixas taxas de infiltração de água no solo devido à elevada umidade nas camadas superficiais encontrada neste solo.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; propriedades físicas; escoamento superficial.

I. INTRODUÇÃO

Considera-se infiltração da água no solo, o processo pelo qual a água atravessa a interface solo-ar em um determinado tempo, enquanto durar a sua disponibilidade (LIBARDI, 1995). Ela envolve três processos interdependentes: entrada de água no topo do solo; armazenamento dentro do solo; e, transmissão de água através do solo (REICHARDT, 1990). A capacidade de infiltração pode variar em função das diferentes propriedades dos solos. Em solos saturados, parte da água é transferida para camadas mais profundas e a outra parte retorna para a atmosfera por meio da evaporação ou pela evapotranspiração, dando tempo de recuperação destes solos. Quando a precipitação continua mesmo após o solo ter atingido a saturação, a água não infiltrada provavelmente irá escorrer superficialmente, processo esse denominado de escoamento superficial (TUCCI, 2000). É um processo que, dependendo da umidade inicial do solo, inicia rapidamente, se estabiliza e decresce com o tempo em função do umedecimento do perfil, até atingir uma taxa constante denominada velocidade de infiltração básica (VIB).

Dentre os vários fatores que influenciam a capacidade de infiltração de um solo, destacam-se a existência de camadas menos permeáveis ao longo do perfil e as propriedades físicas do solo, tais como: densidade, porosidade, distribuição e tamanho das partículas, estado de fissuração das rochas, etc. Assim como o grau de umidade do solo, pois quanto mais seco o solo, maior sua capacidade de infiltração. Existe também, o efeito da precipitação – as águas das chuvas transportam os materiais finos que, pela sua posterior sedimentação, tendem a reduzir a porosidade da superfície. As chuvas saturam a camada próxima à superfície e aumenta a resistência à penetração da água. Segundo Costa *et al.* (1999), citando Moore e Larson (1980), o encrostamento, ou selamento superficial, é um processo causado principalmente pelo impacto das gotas de chuva. A cobertura vegetal na etapa terrestre do ciclo hidrológico tem um papel importante porque ao proteger o solo, ela dificulta o escoamento superficial, aumentando a tempo de oportunidade de infiltração da água no solo.

A taxa de infiltração é um fator de extrema importância prática nas relações água-solo-planta-atmosfera, visto que, muitas vezes, permite determinar a parcela da precipitação infiltrada e o escoamento superficial do solo (SILVA *et al.*, 2006). Embora não exista padronização dos sistemas de medição da infiltração, utilizam-se principalmente infiltrômetros de duplo anel ou de simples anel. A vantagem do primeiro sobre o segundo é de minimizar as infiltrações laterais, ao manter o fluxo na direção vertical.

A bacia hidrográfica do rio Apeú, local do estudo, é uma bacia impactada que vem sofrendo interferência antrópica desde o século XVIII, num processo gradativo de ocupação humana ao longo do rio Apeú (PICANÇO *et al.*, 2011). É uma área ocupada predominantemente por atividades agropastoris, com práticas de manejo inadequadas. Os efeitos dessas práticas sobre cada classe de solo podem ser previstas e, assim, minimizadas as consequências negativas se forem conhecidas as principais características físicas e hidrológicas dos solos. Dessa forma, este estudo teve por objetivo a avaliação da velocidade de infiltração em função das propriedades físicas da camada superficial de um Argissolo Vermelho-Amarelo, com base na metodologia do infiltrômetro de duplos anéis concêntricos.

ISSN 1809-3957

II. PROCEDIMENTOS

1. Caracterização da área

A bacia hidrográfica do rio Apeú está localizada na região hidrográfica Costa Atlântico nordeste, abrangendo os municípios de Castanhal (70%), Santa Izabel do Pará (20%) e Inhangapi (10%). Com uma área de 306 km², ela apresenta forma retangular e alongada, com declividade média de 0 a 1%, predominantemente na parte norte da bacia (SANTOS, 2006).

A vegetação original que cobria a área em estudo era Floresta Ombrófila densa, subperenifólia, que vem sofrendo contínuo processo de ocupação, estando atualmente bastante fragmentada e restrita a corredores que acompanham a margem do rio Apeú e de alguns de seus afluentes. (JESUÍNO, 2010)

O solo da área em estudo possui seis classes: Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Háplico, Neossolo Flúvico, Latossolo Amarelo e Espodossolo Ferrocárbico, com dominância do Argissolo Amarelo em 63,74% da bacia hidrográfica, seguido do Argissolo Vermelho-Amarelo em 24,6% da área total da bacia (SANTOS, 2007). O relevo é plano, com as maiores altitudes na parte norte – cerca de 61 m – e as menores na parte sul, onde a planície se torna mais ampla, com presença de algumas ondulações, com altitudes máximas de 5 m (SANTOS, 2006). Ao analisar as diversas classes de declividade obtidas para esta bacia, Santos (2008) observou que cerca de 79,71% da área da bacia apresenta valores de declividade de 0% a 3%; e cerca de 20,29% da superfície da bacia correspondem a declividades entre 3% a 7%.

2. Caracterização geomorfológica do Argissolo Vermelho-Amarelo

A área da bacia hidrográfica do rio Apeú é constituída dominantemente por sedimentos antigos da Formação Barreiras, compostos por arenitos finos e grosseiros, siltitos e argilitos caulinísticos, pertencentes ao período geológico do Terciário (Valente, 2001). De acordo com este autor, o Argissolo Vermelho-Amarelo que compõe a bacia, em estudo, caracteriza-se por ser um solo mineral que ocorre em áreas de relevo suave ondulado a ondulado, medianamente profundo, bem drenado, com textura binária média/argilosa[1], com sequência de horizontes de tipo A, Bt e C. Caracteristicamente de cor avermelhada, ele apresenta como principal característica morfológica, a grande concentração de calhaus e matacões em todo o perfil, daí a denominação concrecionário nas subclasses deste solo.

3. Infiltração de água no solo

Para medir a velocidade de infiltração da água no solo, testes de infiltração foram realizados no campo com infiltrômetros de anéis concêntricos, de acordo com a metodologia descrita em Bernardo (1982).

4. Amostras de solo

Para fins de comparação com testes feitos em outros locais, foi retirada uma amostra de solo indeformada do entorno de cada ponto onde foi realizado o teste de infiltração. A análise das propriedades físicas do solo foi realizada no Laboratório de Solos da EMBRAPA - Amazônia Oriental. Essas análises incluíram a densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macro e microporosidade, além do percentual de umidade, de acordo com a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997). Essa caracterização foi utilizada para dar suporte à análise dos resultados dos testes de infiltração.

III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das características físicas dos solos Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico – Pvad são apresentados na Tabela 1. De maneira geral, a densidade do solo variou de 1,12 a 1,47 kg/dm³ na cobertura de floresta e área urbana, respectivamente, na camada 0-20 cm. Na camada mais profunda, ela aumenta, passando de 1,36 a 1,72 kg/dm³, em áreas de floresta e cultura permanente, respectivamente. Observa-se ainda que são solos que apresentam elevado percentual de umidade, em média 21,4%. Estudos sobre o efeito do conteúdo inicial de água no solo na taxa de infiltração concluíram que quanto maior o teor de umidade inicial, menor o movimento de água pela força gravitacional (REICHARDT, 1975; SOUZA e COGO, 1978).

Tabela 1- Características Físicas dos Solos Pvad

Uso	Prof. (cm)	DS (kg/dm³)	macro (m³/m³)	micro (m³/m³)	umidade (%)
Área urbana	0-20	1,47	0,13	0,23	24,35
	20-40	1,54	0,12	0,22	14,09
Floresta	0-20	1,12	0,30	0,19	12,17
	20-40	1,36	0,16	0,27	16,66
Culturas Permanentes	0-20	1,39	0,22	0,25	17,27
	20-40	1,72	0,16	0,29	16,76
Pasto Sujo1	0-20	1,52	0,10	0,29	17,11
	20-40	1,63	0,10	0,30	16,08
Pasto sujo2	0-20	1,29	0,35	0,15	3,45
	20-40	1,30	0,16	0,29	11,90
Pasto sujo3	0-20	1,45	0,11	0,28	13,77
	20-40	1,48	0,12	0,25	11,37

A porosidade total (PT) variou de 0,34 a 0,49 m³/m³, evidenciando maior influência da profundidade, como também do tipo de uso e cobertura do solo, visto que os menores valores de PT foram observados na camada 20-40 cm comparados com a camada de 0-20 cm, onde a cobertura vegetal do solo exerce maior influência.

A microporosidade variou de 0,19 a 0,29 m³/m³ na camada 0-20 cm e de 0,11 a 0,30 m³/m³ na camada 20-40 cm, apresentando maior amplitude do que a macroporosidade.

As maiores taxas de infiltração básica no solo foram nos sistemas pasto sujo 2, culturas permanentes e pasto sujo 1 com 1,6 mm/min., 0,98 mm/min. e 0,9 mm/min., respectivamente (Figura 1). Assim, essas taxas são classificadas como moderada e baixa, segundo Reichardt (1990). As maiores taxas de infiltração básica coincidem com os maiores valores de infiltração acumulada.

[1] Classificação taxonômica característica de solos com horizonte B textural, na condição em que o incremento de argila total do horizonte A para o B for inferior a 1,50 (EMBRAPA, 2006).

ISSN 1809-3957

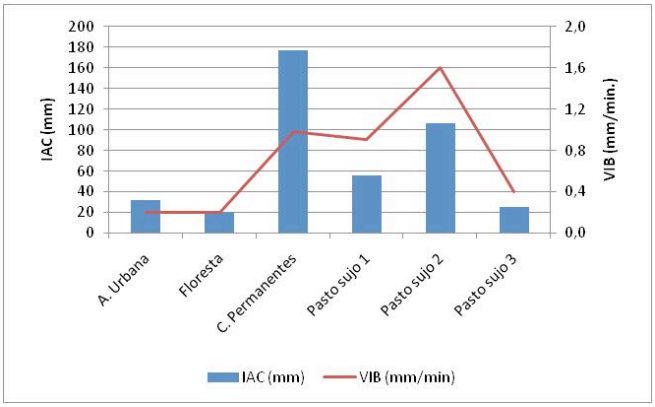


Figura 1 - Variação da Velocidade Básica de Infiltração e Infiltração Acumulada no solo Pvad

Pode-se afirmar que a cobertura vegetal do solo, a distribuição das partículas e o manejo do solo influenciaram o comportamento da infiltração neste tipo de solo, visto que as áreas com culturas permanentes na bacia hidrográfica do Apeú são mantidas sem grande atividade de mecanização agrícola e apresentam vegetação rasteira entre as linhas de plantio. Além disso, há grande quantidade de serrapilheira no solo, em função das espécies de cultivo dominantes na bacia em estudo, como a castanheira, açaí, dendê, cupuaçu e cacau. Todas estas espécies vegetais proporcionam grande quantidade de serapilheira sobre o solo, contudo o cacau e o cupuaçu se destacam neste aspecto, por serem espécies ombrófilas, que necessitam de sombreamento para se desenvolver, por isso são cultivadas em meio a árvores de grande porte. É comum nestas áreas encontrar-se grossa camada de resíduos vegetais recobrindo o solo, tais como folhas, galhos, restos de frutos que são deixados no momento da coleta e que favorecem fortemente o processo de infiltração. A atividade orgânica no solo é muito alta, proporcionando abertura de canais no solo por minhocas e outros organismos.

Já o pasto sujo2, apresentou um dos maiores valores de porosidade e macroporos na camada 0-20 cm, o que justifica sua boa infiltração inicial, mas, na camada 20-40 cm há predominância dos poros capilares – 65 % da PT – reduzindo sua capacidade de absorver água com o tempo.

Observa-se ainda na Figura 1 que a infiltração básica ou final, que é uma das formas mais utilizadas para expressar a infiltrabilidade do solo, apresentou grandes variações, indo de 1,6 mm/min no pasto sujo2, até 0,2 mm/min, na área urbana e floresta. Resultados semelhantes foram encontrados na caracterização físico-hídrica realizada com infiltrômetros de anéis nos solos amazônicos nos estudos de Oliveira *et al.* (1997, 1998a e 1998b). Esses autores justificam a grande variabilidade da taxa de infiltração nos solos amazônicos, principalmente pela diferença entre macro e microporosidade e/ou obstrução dos poros, além do adensamento não-uniforme das camadas superficiais do solo; também seriam as causas da falta de coerência entre a taxa de infiltração e a densidade global encontradas em seus estudos.

A discrepância observada entre os resultados da velocidade de infiltração básica entre as coberturas floresta e culturas permanentes, ambos com a mesma subunidade do solo (Pvad1) – com valores de 0,2 mm/min e 0,98 mm/min, respectivamente – deve-se ao fato de que, apesar de ser uma área florestada – o que deveria favorecer a infiltração – o local do teste apresentava-se com uma quantidade de calhaus e matacões, maior do que o encontrado na cobertura culturas permanentes. Em solos de mesma textura, se o conteúdo de pedras aumenta, o solo reterá menos água do que outro solo menos pedregoso (CORREIA, 1986). Além disso, a cobertura florestal localiza-se às margens do rio Apeú, portanto, o lençol freático encontra-se logo abaixo das camadas superficial e subsuperficial deste solo, confirmado pelo alto percentual de umidade do solo que aumenta em função da maior profundidade, ao invés de diminuir como ocorrem nos demais pontos (Tabela 1). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2005), o efeito da umidade na VIB é muito maior nos solos com mais alta percentagem de material coloidal, porque este tende a se dilatar quando molhado, reduzindo assim o tamanho do espaço poroso, como se confirma pelos resultados mostrados na Tabela 1. Estudos sobre os processos erosivos que ocorrem nessa bacia apontam altos valores de erosão marginal ao longo dos rios Apeú e Castanhal, ocasionados pelo alto grau de umidade existente nos solos que acompanham as margens dos afluentes e subafluentes desta bacia hidrográfica (SANTOS, 2007), confirmando os baixos valores de infiltração acumulada e velocidade básica de infiltração encontrados neste estudo no ponto com cobertura florestal.

Acrescente-se ainda que no sistema de culturas permanentes, o solo apresenta, em geral, uma distribuição de partículas mais uniforme do que no sistema florestal. Isso lhe confere maior capacidade de infiltração do que um solo com partículas de tamanhos diferentes (BENINI, 2007).

IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, há predominância dos microporos sobre os macroporos nas amostras de solo do Argissolo Vermelho-Amarelo, característica que se reflete nas taxas de infiltração que variaram de moderada a baixa indicando maior escoamento superficial e, consequentemente, favorecendo processos erosivos nesse tipo de solo.

As características físicas da bacia hidrográfica do rio Apeú promovem boa capacidade de drenagem, porém, a degradação do solo foi observada em vários pontos afetando a dinâmica do escoamento e infiltração da água, levando ao surgimento de processos erosivos.

A área florestada apresenta uma das mais baixas taxas de infiltração de água no solo devido à elevada umidade encontrada neste solo, às margens do rio Apeú, e a maior pedregosidade no perfil do solo sob essa cobertura florestal.

V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINI, L.C. Estimativa da densidade real do solo usando método Fuzzy. Botucatu, 2007. Tese (doutorado em agronomia/Energia na agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2007, 194 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 2ª Ed. Imprensa Universitária – UFV, Viçosa – MG. 1982. 463p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, Ícone, 2005 – 5 ed.. 355p.

ISSN 1809-3957

CORREIA, A. A. D. **Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1986. 818p.

COSTA, E. L.; SILVA, A. M.; COLOMBO, A.; ABREU, A. R.. Infiltração de água em solo determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.2, p.131-134, 1999. Campina Grande, PB, DEAg/ UFPB.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. Ed. Ver. Atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.

JESUÍNO, S. de A. **Análise da fragmentação da vegetação arbórea na bacia hidrográfica do rio Apeú, como subsídio ao planejamento ambiental**. Dissertação de Mestrado, UFRA, (Ciências Florestais). Belém, 2010. 69p.

KLAR, A. Evaldo. **Água no sistema: solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. ESALQ/ESALQ. Piracicaba, 1995. 497p.

MOORE, I. D.; LARSON, C. L. An infiltration – runoff model for cultivated of soils. **Transactions of the ASAE,** St. Joseph. V. 23, n.6, p. 1460-1467. 1980.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; VALENTE, M. A.; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. da. **Caracterização físico-hídrica de cinco perfis de solos do nordeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 27p. (Boletim de Pesquisa, 177).

_____. **Caracterização físico-hídrica de quatro perfis de solos da região Transamazônica, trecho Altamira-Itaituba.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998a. 29p. (Boletim de pesquisa, 206).

_____. **Caracterização físico-hídrica dos principais solos da região de Marabá-Carajás, Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998b. 43p. (Boletim de pesquisa, 205).

PICANÇO *et al.* O processo de ocupação humana às margens do rio Apeú – Castanhal, PA. In: **Anais...** V Simpósio Internacional de Geografia Agrária, 2011, Belém. **Simpósio internacional de Geografia Agrária**.Vol. 1, Belém: Açaí, 2011.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Monole, 1990. 186p.

_____. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USPCNEN e Fundação Cargill, Piracicaba, 1975. 286p.

SANTOS, O. C. de O. **Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do igarapé Apeú, nordeste do Estado do Pará**. Tese de Doutorado, UFRJ, 2006. 270p.

_____. A erosão e suas implicações na morfologia da microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, Estado Pará. Brasil. **Cuadernos de Geografía** 16, 2007. ISSN: 0121-215X. Bogotá, Colômbia. P. 95-108.

_____. A ocupação do Solo e repercussão na qualidade das águas da microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, Nordeste do Estado do Pará. In: Anais... VII Simpósio - II Encontro Latino – Americano de Geomorfologia. Belo Horizonte: Instituto de Geociências UFMG. 2008.

SILVA, J. C. A.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F. Avaliação da infiltração da água no solo como indicador de modificações edáficas em três sistemas de manejo. Revista Agropecuária Técnica. V. 27, n. 2, 2006. P. 85-91. ISSN 0100-7467 - Areia, PB, CCA/UFPB.

SOUZA, L. S.; COGO, N. P. Caracterização física em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo-RS (Paleudult), em três sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p. 170-175, 1978.

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. 1. reimpr – Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRS: ABRH, 2000.

VALENTE, M. V.; ... [et al]. **Zoneamento agroecológico das terras do município de Castanhal, Estado do Pará**. Belém, EMBRAPA. Amazônia Oriental. 2001. 27p. (EMBRAPA/ Amazônia Oriental. Documentos, 119). ISSN 1517-2201.

VI. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

AVALIAÇÃO DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO ALGODÃO

ANDRÉ RICARDO GOMES BEZERRA[1], SÉRGIO BATISTA ASSIS VIANA[2], MARCOS ANTONIO VANDERLEI SILVA[2], ÉDER STOLBEN MOSCON[2], ARACY CAMILLA TARDIN PINHEIRO[2]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - BRASIL; 2 – UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - BRASIL

Resumo - objetivou-se com o presente trabalho avaliar o manejo de irrigação na cultura do algodão em pivô central. O trabalho foi realizado na Fazenda Busato I localizada no município de São Desidério, BA Para verificar a acurácia do balanço hídrico (BH) realizado pelo software utilizado pela fazenda, foi desenvolvida uma planilha eletrônica no Microsoft Excel 2007®. No acompanhamento do manejo da irrigação foram criados dois cenários: curva de Kc da fazenda e a recomendada pela FAO. As lâminas aplicadas foram deficitárias em todas as fases, sendo menos problemática na fase 1 por dois motivos, volume de chuva maior e demanda menor, resultando num déficit aceitável de 4,86%. O manejo de irrigação adotado pela Fazenda mostrou-se deficitário com redução de 34,5% da evapotranspiração do algodoeiro. A eficiência do software está condicionada ao seu suprimento com informação precisas.

Palavras-chave: evapotranspiração, déficit hídrico, coeficiente de cultivo (Kc)

I. INTRODUÇÃO

A cotonicultura encontrou no Oeste da Bahia condições que favorecem o seu desenvolvimento de forma rentável. Sem dúvidas, um dos fatores que alavancou o crescimento da cotonicultura nessa região a partir da década de 90 foi a possibilidade de cultivo do algodão irrigado; pois, apesar da região oferecer condições favoráveis ao desenvolvimento dessa cultura, tem-se um problema que afeta praticamente todo nordeste brasileiro, a sazonalidade das chuvas. Nesse sentido, em anos atípicos, a prática da irrigação possibilita o crescimento das plantas, aumento da produtividade e qualidade ao produto. No entanto, ainda não se tem um consenso sobre o momento certo e a quantidade adequada de água a ser aplicada na cultura, principal causa do insucesso nas áreas irrigadas da região.

A técnica do cultivo sob regime suplementar de irrigação tem sido uma alternativa muito utilizada na região, principalmente por médios e grandes produtores de algodão, assegurando bons rendimentos devido a eliminação dos riscos de perdas por déficit de umidade na ocorrência de veranicos.

Em estudos conduzidos no cultivo do algodoeiro irrigado, Luz *et.al* (1997) constataram que o déficit hídrico nas fases de floração e frutificação do algodoeiro reduziu o rendimento da cultura em torno de 50% em relação à irrigação durante todo o ciclo. Coincidentemente é nessas fases que os produtores da região Oeste da Bahia iniciam a irrigação da cultura, tendo em vista que nessa época as chuvas começam a diminuir.

Em condições de suprimento de água limitado, especialmente durante as fases críticas de desenvolvimento, têm sido observados grandes impactos na produtividade e na qualidade da fibra do algodão (SILVA e LUZ *et.al*, 1998). Agricultores dos EUA asseguram rendimentos de 3.700 kg/ha ou mais, com o manejo adequado da irrigação; no entanto, se ocorrer déficit de umidade durante a fase inicial de crescimento, pode ocorrer quebra de produção de até 20%, caso o déficit ocorra no pico da floração, pode haver redução da produtividade em mais de 30% (SHANK, 1992).

De acordo com o exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar manejo de irrigação na cultura do algodão em pivô central.

II. MATERIAS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Busato I localizada no município de São Desidério, BA, com as coordenadas 12 º 53’ de latitude sul e 45 º 30’ de longitude oeste do meridiano Greenwich e altitude de 770 m. O clima da região é, conforme classificação de Köppen, do tipo Aw, ou seja, típico de savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18^{o} C. O solo do local é classificado como Latossolo Amarelo, de textura Franco Arenosa.

O genótipo de algodão utilizado foi a variedade Delta Opal com plantio realizado dia 06/01/2011. O algodão Delta Opal, é uma variedade de ciclo médio (160 dias), é a variedade predominante na região. A cultivar apresenta boa estabilidade de produção e adaptabilidade de produção a todas as regiões brasileiras, com resistência ao acamamento e a viroses e bacterioses comuns à cultura.

O manejo da irrigação adotado na fazenda foi conduzido com auxílio do software de gerenciamento. A metodologia de manejo implementada no software é a de critério via clima com cálculo da evapotranspiração de referência pelo modelo Penman-Monteith-FAO. Para tanto, o mesmo foi provido com informações do solo (Tabela 1), equipamento com informações descritas na Tabela 2 e cultura (Tabela 3), a partir dessas informações o software realiza o balanço hídrico da cultura e emite relatório para a tomada de decisão sobre quando e quanto irrigar.

ISSN 1809-3957

Tabela 1 - Características físico-hídricas do solo do pivô 5 da Fazenda Busato I.

Camada	Espessura	Capacidade de campo	Ponto de murcha	Densidade aparente	Argila	Areia	Silte
	(m)	(% base peso)		(g/cm^3)		(%)	
1	0,25	14,76	6	1,49	8,55	77,81	13,64
2	0,25	13,34	6	1,54	7,56	81,35	11,09

Tabela 2 - Características do Pivô 5. Fabricado pela Valmont, modelo 4871-8000.

Vel.	Mop.	Rt	VUT	PS	DMb	DMB	Vazão	CUC
(m/h)	(h)	(m)	(m)	(mca)	(mm)		(m^3/h)	(%)
300	20	625	25	5,5	4,5	25	664	89,7

Vel. = velocidade da última torre, Mop. = máxima operação diária, Rt = raio na última torre, VUT = vão da última torre, PS = pressão de serviço, DMb = diâmetro do menor bocal, DMB, diâmetro do maior bocal, CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen.

Tabela 3 - Detalhamento de cada fase do ciclo e coeficientes da cultura (Kc) do algodão adotados pela fazenda Busato I, São Desidério, BA, 2011.

Fase	Nome	Duração (dias)	Duração (graus-dia)	Kc	Raiz (m)	Área sombreada
1	Germinação	10	66,35	0,45	0,15	10
2	Desenvolvimento	50	574,03	0,65	0,25	40
3	Floração/Reprodutivo	50	465,66	0,9	0,4	100
4	Maturação	45	111,72	0,6	0,4	80

Os dados climáticos foram obtidos de uma Estação Meteorológica Automática (EMA), localizada a 500 m do pivô acompanhado. Esses dados foram armazenados em um datalogger e, diariamente, baixados para um microcomputador; sendo posteriormente indexados à base de dados do software gestor.

Com o objetivo de se verificar a acurácia do balanço hídrico (BH) realizado pelo programa foi desenvolvida uma planilha eletrônica no Microsoft Excel 2007®. No acompanhamento do manejo da irrigação foram criados dois cenários: curva de Kc adotada pela fazenda e a recomendada pela FAO (ALLEN *et.al* (1998) (Figura 1), ambas com profundidade efetiva de 50 cm.

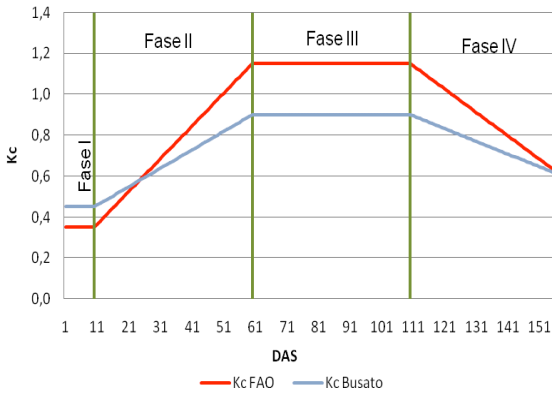


Figura 1 - Curvas de Kc adotadas pelo manejo da fazenda e recomendada pela FAO para a cultura do algodão.

A redução da evapotranspiração da cultura (ETc) em cada fase foi determinada pela razão entre somatório da evapotranspiração real da (ETr) e o somatório da evapotranspiração máxima (ETm), multiplicando-se o resultado por 100 para obter o resultado em percentual.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de precipitação efetiva (PE), irrigação, lâmina total efetiva (TE), evapotranspiração máxima (ETm), real (ETr) e déficit de umidade por fase fenológica e total para o cenário 1 constam na Tabela 4. Verifica-se na referida tabela que o algodoeiro recebeu durante o ciclo 525,6 mm de lâmina total. Esses valores são aceitáveis, uma vez que a literatura recomenda lâmina variando entre 450 e 700 mm por ciclo para o algodoeiro (BELTRÃO *et.al* 1993; BEZERRA *et.al* 1999; AMORIM NETO, *et.al* 2001).

Nota-se que as lâminas foram deficitárias em todas as fases, sendo menos problemática na fase 1 por dois motivos, volume de chuva maior e demanda menor, resultando num déficit aceitável de 4,86%. Nas fases II, III e IV os déficits foram bem maiores (Tabela 4), com menor valor, dentre os três, obtido na fase de floração (15,5%), entretanto, é nesta fase a maior sensibilidade dessa cultura ao estresse hídrico. Doorenbos e Kassam (1994) citam ser esta fase uma das mais críticas ao déficit hídrico, pois ainda há abertura de flores, além do enchimento das maçãs. O fato pode ser evidenciado no trabalho de Barreto *et.al* (2003) que estudando a demanda hídrica do algodoeiro em Barreiras, BA, encontram consumo na fase de floração correspondente a 53% (228,6 mm) do total do ciclo (229 de um total de 431 mm).

ISSN 1809-3957

Tabela 4 - Valores de precipitação efetiva (PE), irrigação, lâmina total efetiva (LTE), evapotranspiração máxima (ETm), real (ETr) e déficit de umidade por fase fenológica e total para curva de Kc da fazenda.

	PE	Irrigação	LTE	ETm	ETr	Déficit	Déficit (%)
	----------(mm)----------						
Fase 1	22,9	0,0	22,9	24,1	22,9	1,2	4,9
Fase 2	137,4	0,0	137,4	180,4	137,4	42,9	23,8
Fase 3	183,6	0,0	183,6	217,1	183,6	33,6	15,5
Fase 4	82,8	99,4	182,2	132,7	82,8	49,9	37,6
Total	426,7	99,4	526,1	554,2	426,7	127,5	23,0

No final da fase de floração começou haver déficit excessivo de umidade, como pode ser observado na Figura 2A, a partir dos 103 DAS em que as barras representativas do déficit de umidade ultrapassam a linha da fração de esgotamento; fato ocorrido nessa fase também aos 63 e 88 DAS. Porém na maior parte da fase de floração o déficit de umidade esteve em nível aceitável. Após os 103 DAS os déficits se acumularam de forma crescente chegando à umidade no ponto de murcha aos 126 DAS, daí por diante a situação melhorou. O Período crítico, então, aconteceu na última semana de floração e perdurou até meados da fase de maturação (103 a 125) em função de dois motivos, déficit hídrico crescente e além da fração de esgotamento aliado ao fato que nessa fase a cultura tem uma maior demanda hídrica, pois a mesma encontra-se na fase de enchimento de maçãs enquanto ainda emite flores.

Apesar de ter demonstrado poucas situações críticas de déficit na fase de floração, o Kc adotado nessa fase (0,9) é baixo. A FAO recomenda Kc de 1,15 durante o florescimento. Na Tabela 5 constam os valores de precipitação efetiva (PE), irrigação, lâmina total efetiva (LTE), evapotranspiração máxima (ETm), real (ETr) e déficit de umidade por fase fenológica e total para curva de Kc da FAO.

No Balanço Hídrico realizado com a curva de Kc da FAO a situação se agravou, exceto para a fase 1, devido o Kc adotado pela fazenda nessa fase ser superior ao da FAO. O déficit na fase de florescimento foi 136% a mais com a curva de Kc FAO em relação ao manejo da fazenda. De modo que o manejo da fazenda considerando ciclo inteiro houve redução da evapotranspiração de 23%, enquanto que considerando os Kcs da FAO esse valor foi de 34,5%, ou seja, uma redução de evapotranspiração 50% mais severa. O fato pode ser visualmente observado no comparativo das Figuras 2A e 2B. Em vários pontos da fase de floração o déficit de umidade atingiu valores próximos ao ponto de murcha, o mesmo acontecendo do início até a metade da fase de maturação, ou seja, em seu período mais crítico. Para a curva de Kc da fazenda apenas em três dias da fase de maturação ocorreu déficit de umidade equivalente ao ponto de murcha.

Tabela 5 - Valores de precipitação efetiva (PE), irrigação, lâmina total efetiva (LTE), evapotranspiração máxima (ETm), real (ETr) e déficit de umidade por fase fenológica e total para curva de Kc da FAO.

	PE	Irrigação	Total	ETm	ETr	Déficit	Déficit (%)
	----------(mm)----------						
Fase 1	18,0	0,0	18,0	18,7	18,0	0,7	4,0
Fase 2	150,2	0,0	150,2	200,3	150,2	50,1	25,0
Fase 3	184,2	0,0	184,2	277,4	184,2	93,2	33,6
Fase 4	74,1	99,4	173,4	155,1	74,1	81,0	52,2
Total	426,5	99,4	525,82	651,5	426,5	225,0	34,5

Esse manejo deficitário, de certa forma, justifica a pequena diferença entre o rendimento médio do algodoeiro em sequeiro e irrigado no Oeste da Bahia, respectivamente 270 e 300@/ha de algodão em caroço; um incremento de apenas 11% para do sequeiro para o irrigado. A literatura cita que em média a produtividade irrigada é 1/3 superior à de sequeiro.

ISSN 1809-3957

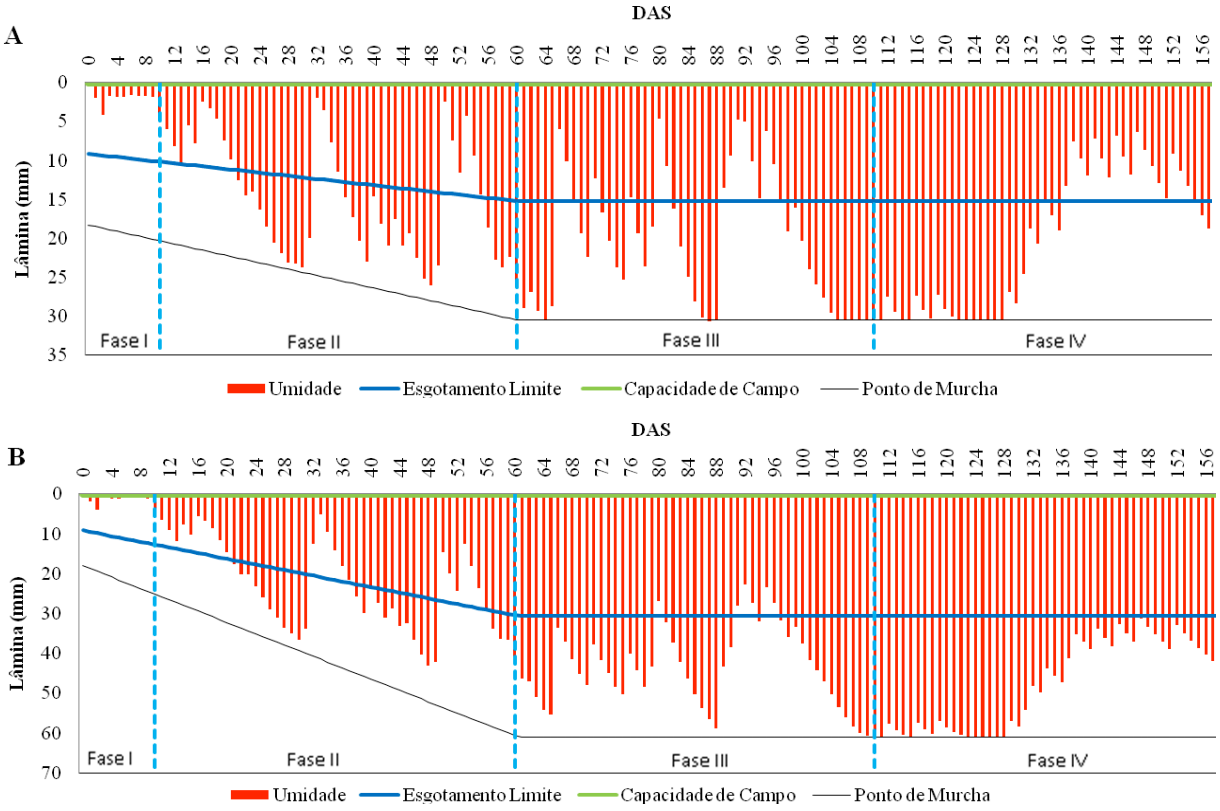


Figura 2 - Simulação da variação temporal do déficit de água no solo em função dos dias após semeadura (DAS) durante as fases fenológicas do algodoeiro considerando a curva de Kc adotada pela fazenda (A) e FAO (B), para o pivô 05 da Faz. Busato I, em São Desidério, BA, 2011.

IV. CONCLUSÕES

O manejo de irrigação adotado pela Fazenda mostrou-se deficitário com redução de 34,5% da evapotranspiração do algodoeiro.

O software constitui uma importante ferramenta no manejo da irrigação, desde que seja utilizado corretamente, principalmente no que diz respeito ao suprimento com as informações que o mesmo usará nos cálculos.

V. REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G. PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998.

AMORIM NETO, M. S.; ARAÚJO, A. E.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; WREGE, M. S.; LAZZAROTTO, C.; LAMAS, F. M.; SANS, L. M. A. Zoneamento agroecológico e definição de época de semeadura do algodoeiro no Brasil. Revista **Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.422-428, 2001.

BARRETO, A. N.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, A. A. G. Cálculo da necessidade hídrica do algodoeiro com base na evapotranspiração de referência, Eto, e no coeficiente de cultura, Kc, para Barreiras, BA. CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003,Goiânia. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA/Instituto Biológico, 2003.

BELTRÃO, N.E. de M. *et.al* **Recomendações técnicas para o cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões Nordeste e Norte do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1993. 72p. (Circular Técnica, 17).

BEZERRA, J. R. C. *et.al* Irrigação do algodoeiro herbáceo. In: BELTRÃO, N.E. de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil.**.Brasília, DF: EMBRAPA-CNPA, 1999. v.2,n.2, 1023p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. il. Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 33.

LUZ, M.J. da S.; BEZERRA, J.R.C.; BARRETO, A.N. Efeito do estresse em diversas fases do ciclo do algodoeiro sobre a fenologia e a eficiência do uso de água da cultivar BR 1, em Condado-PB. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v.2, n.3, p.209-214, set/dez. 1998.

SHANK, B. Balancing cotton yields with water use. **Irrigation Journal**, vA2, n.7, p.22-25, 1992.

SILVA E LUZ, M. J.; BEZERRA, J. R. C.; BARRETO, A. N. Efeito do estresse hídrico em diversas fases do ciclo do algodoeiro sobre a fenologia e a eficiência do uso de água da cultivar BR1, em condado, PB. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Capina Grande, v.2, n.3, p.209-214, 1998.

VI. COPYRIGHT

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

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE FIBRA E POLPAS DE BAMBU SUBMETIDAS AO PROCESSO INDUSTRIAL DE POLPAÇÃO KRAFT PARA UTILIZAÇÃO EM NOVOS MATERIAIS

MARIO GUIMARÃES JUNIOR[1]; VAGNER ROBERTO BOTARO[2]; KÁTIA MONTEIRO NOVACK[3]
1 – CEFET-MG, CAMPUS ARAXA, DOUTORANDO EM ENGª MATERIAIS REDEMAT/UFOP-MG; 2 – UFSCAR-SP, CAMPUS SOROCABA; 3 – DEQUI/UFOP-MG/REDEMAT.

Resumo *- Nos dias de hoje é crescente o interesse pelos compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais vegetais em substituição às fibras manufaturadas. Isto se deve ao fato das fibras vegetais apresentarem boa tenacidade, alta rigidez, excelentes propriedades mecânicas e térmicas, além de serem menos abrasivas aos equipamentos de processamento. Várias fibras vegetais vêm sendo utilizadas nos mais variados tipos de compósitos, dentre as quais se destacam as fibras de juta, sisal e bambu. Dentre estas fibras, as de bambu se diferenciam por serem largamente utilizadas na produção industrial de celulose e papel. Este trabalho apresenta os resultados de recentes pesquisas envolvendo fibra de bambu da espécie Bambusa vulgaris Schrad, as quais foram submetidas a processos industriais de polpação kraft e refino visando um maior conhecimento de suas propriedades. O principal objetivo do estudo foi caracterizar quimicamente fibra e polpas de bambu visando sua utilização na fabricação de novos materiais. Grande parte das amostras foram analisadas e caracterizadas utilizando as metodologias preconizadas pela Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI e pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, ABTCP. Os resultados mostraram que a polpa refinada se apresentou mais adequada quimicamente para ser utilizada como agente de reforço em compósitos poliméricos em detrimento a fibra natural.*

Palavras-chave: aplicações industriais, compósitos poliméricos, fibras vegetais, polpa de bambu

I. INTRODUÇÃO

Fibras vegetais, por serem abundantes, de baixo impacto ambiental quando descartadas e apresentarem propriedades mecânicas, físicas e térmicas adequadas às aplicações na indústria, estão se tornando alternativas atrativas do ponto de vista econômico e ambiental [1], [2].

No passado, o desconhecimento da estrutura das fibras vegetais e de suas propriedades limitou a sua utilização. Segundo Kumar *et al*. [3], os avanços nas pesquisas aliados a constantes buscas pelo conhecimento das propriedades dos materiais lignocelulósicos, poderão auxiliar sobremaneira na produção de novos produtos e de novas aplicações destas fibras vegetais.

Para seleção destes materiais, é necessário, além de se conhecer sua composição e estrutura, ter conhecimento de outras características importantes para seu desempenho como, por exemplo, comprimento, resistência, cor e densidade [4].

A utilização das fibras vegetais não é nova. Ela data, provavelmente, do princípio da nossa civilização, quando se utilizava palha ou capim para reforçar tijolos de barros crus [5]. No entanto, o tratamento e a forma de racionalizar seu uso sofreram modificações ao longo do tempo. Até a década de 60, as fibras vegetais eram bastante utilizadas, principalmente na indústria automobilística. Com o surgimento das fibras sintéticas, elas praticamente foram substituídas nas décadas de 70 e 80. Mas nos últimos anos, a crise energética, o baixo grau de industrialização necessário para o processamento dessas fibras, sua abundância, baixo custo e os problemas causados pelo uso das fibras sintéticas ao meio ambiente, têm novamente despertado a atenção e o interesse de pesquisadores em todo o mundo para a sua utilização [6].

Neste sentido, objetiva-se com este estudo caracterizar quimicamente fibras naturais e polpas de bambu, da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad, submetidas aos processos industriais de polpação kraft e refino, possibilitando condições de aplicabilidade das mesmas como agente de reforço em compósitos poliméricos, visando sua utilização nos mais diversos setores da indústria

II. PROCEDIMENTOS

As amostras naturais, sem refino e refinadas de bambu foram fornecidas pela CEPASA – Celulose e Papel de Pernambuco S/A, localizada na cidade de Jaboatão dos Guararapes. As pesquisas foram realizadas nos laboratórios de energia e tecnologia da madeira da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

Para a caracterização química das polpas, as amostras foram transformadas em serragens por meio de um moinho de rotor modelo TE-651, da Tecnal. Após a permanência das amostras durante sete dias em sala climatizada a 23 ºC e 65% de umidade relativa, objetivando sua umidade de equilíbrio, as serragens foram classificadas em peneiras da série, 35 e 60 mesh, sendo utilizada a fração que ficou retida na malha de 60 mesh. Este procedimento está de acordo com as Normas ABTCP M1 [7] As análises dos teores de celulose, lignina solúvel e insolúvel foram realizadas com as amostras livres de extrativos. Para isso as mesmas passaram por um processo de extração com solventes orgânicos e água conforme Norma M 3/89 da ABTCP [8].

ISSN 1809-3957

As análises químicas dos componentes majoritários (teores de lignina solúvel, insolúvel e total, teores de holocelulose, alfa-celulose e hemicelulose) foram realizadas respectivamente segundo Goldschmid [9], TAPPI T 222 om-88 [10], lignina solúvel + lignina insolúvel, obtido por diferença [H=100 – (% lig. + % ext. totais + cinzas)], Caraschi [11] e obtido pela diferença entre o teor de alfa-celulose e holocelulose. Os teores de extrativos totais, solúveis em água quente, solúveis em etanol/toluol + etanol, cera e cinzas foram caracterizados segundo ABTCP M 3/89, TAPPI T 207 om-93, TAPPI T 264 cm-97, TAPPI T 574 pm-00 e TAPPI T 211 om-01, respectivamente. Na avaliação do experimento foram adotadas quatro repetições. O teor de umidade em porcentagem foi dada pela expressão:

$$TU = \frac{PU - PS}{PS} \times 100$$

onde TU = teor de umidade; PU = peso úmido e PS = peso seco

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fibras e polpas refinadas e sem refino de bambu foram submetidas ao processo de polpação industrial conhecido como KRAFT, com rendimento depurado em torno de 46% e número KAPPA entre 45 e 55. Na saída da lavagem, o pH variou de 9 a 10, enquanto o ºSR sofreu alterações entre 25º e 30º para a polpa sem refino e 60º e 70° para a polpa refinada. O álcali ativo variou entre 16 e 18%.

Com relação às características químicas, o bambu apresenta elevado teor de holocelulose (67,58%) e baixo teor de lignina (17,31%) quando comparado às madeiras, apresentando também elevado teor de extrativo (13,05%), que pode afetar o rendimento do processo de polpação, segundo Rahmati *et al*. [12]. A composição química do bambu é similar a das madeiras de coníferas e folhosas, contendo celulose, hemicelulose e lignina, porém apresentando elevada quantidade de cinzas e extrativos.

De acordo com Li [13], celulose, hemicelulose e lignina representam aproximadamente 90% da massa total do bambu. A porcentagem do teor de holocelulose presente nos bambus utilizados nas indústrias de polpas celulósicas está em torno de 65%, segundo Li [13], que é uma das vantagens do bambu para a produção de polpa celulósica. Chen et al. [14] afirma que o teor de lignina no bambu apresenta valor inferior ao das madeiras em geral, enquanto extrativos e cinzas quase sempre apresentam valores maiores em seus teores.

Em geral, conforme preconiza Li et al. [15], o teor de alfa-celulose no bambu é de (40-50%), que é comparável ao teor de alfa-celulose das coníferas (40-52%) e folhosas (38-56%). Já o teor de lignina das coníferas pode variar entre (25-35%), superior aos das folhosas (18-25%) e não lenhosas (11-27%), de acordo com Bagby et al. [16].

O teor de alfa-celulose do *Bambusa vulgaris* schrad deste trabalho (39,05%) é praticamente igual ao encontrado por Manuhua [17] ao pesquisar os bambus *Gigantochloa atroviolacea* (41,08%) e *Bambusa vulgaris* (40,39%), estando pouco mais de 2% abaixo da faixa preconizada por Li et al. [15] e dentro da faixa das madeiras folhosas. O teor de lignina (17,31%) se encontra dentro da faixa das espécies não lenhosas e 3,8% abaixo da faixa das madeiras folhosas. Os teores de extrativo (13,05%) e cinza (2,06%) encontrados estão de acordo com Chen et al. [14] e acima dos teores apresentados pelas madeiras em geral, conforme Rahmati et al. [12].

Os resultados obtidos para a fibra natural de bambu (FNAT), com exceção do teor de cinzas, se mostram inferiores aos resultados obtidos por Li [13] que obteve 1,36% de cinzas, 23,95% de lignina total, 46,82% de alfa-celulose e 72,69% de holocelulose, para o bambu da espécie *Phyllostachys pubescens* de cinco anos de idade, proveniente da China. De acordo com Yusoff *et al*. [18] a causa desta diferença está na idade e na espécie de bambu, onde os teores de alfa-celulose, holocelulose e lignina, aumentam com a idade.

Para fins de comparação, o *Eucaliptus gigantea* apresenta em média, conforme Petthersen [19] teores de 72,0; 49,0; 22,0; 4,0 e 0,2% para holocelulose, alfa-celulose, lignina total, extrativos totais e cinzas, respectivamente, enquanto o *Pinnus elliotti engelm*, segundo o mesmo autor, apresenta valores de 64,0; 46,0, 27,0; 4,0 e 0,2% para os mesmos teores. O *Eucaliptus* apresenta teores de holocelulose, alfa-celulose e lignina maiores que o bambu analisado neste trabalho, enquanto o *Pinnus* se mostrou com maior quantidade de lignina e menor teor de holocelulose.

Outros materiais lignocelulósicos considerados não-madeira, também foram referenciados para comparação. Segundo Hattallia [20] as fibras de curauá, sisal e piaçava, apresentam teores de celulose, hemicelulose e lignina total de 73,6, 9,9 e 7,5%; 65,0, 12,0 e 10% e 28,6, 25,8 e 45,0%, nesta ordem. Já a Juta apresenta teores de celulose, hemicelulose e lignina total de 61,0, 14,0 e 12,0% Amar [21], enquanto o *hibiscus cannabinus* exibe os mesmos teores nos valores de 28,0, 25,0 e 22,7% Ramakrishna e Sundararajan [22]. Tanto o curauá como o sisal e a juta apresentam teores de holocelulose maiores se comparados ao *Bambusa vulgaris*, em detrimento do teor de hemicelulose. O contrário aconteceu com a piaçava e *hibiscus*. Houve queda no teor de holocelulose e aumento nos teores de hemicelulose e lignina.

Teor de cinza superior ao encontrado neste trabalho para o *Bambusa vulgaris* Schrad (2,06%) foi encontrado por Khedari et al. [23] no valor de 2,22%, para a fibra de coco, enquanto Pereira [24] realizando a extração de nanocelulose de fibras vegetais, encontrou para a fibra de bananeira, valor de 23,14 ± 8,3% para o teor de extrativos totais, bem acima do valor encontrado para o bambu pesquisado (13,05%). As diferenças e discrepâncias entre os valores dependem da composição química, física e anatômica dos materiais lignocelulósicas e, também, da espécie, variedade, tipo de solo, condições climáticas, parte da planta de onde são extraídas as fibras, idade da planta, entre outros, segundo Guimarães *et al*. [25]. As Figuras 1 e 2 mostram os valores dos teores encontrados para as análises químicas do *Bambusa vulgaris* Schrad natural, sem refino e com refino.

ISSN 1809-3957

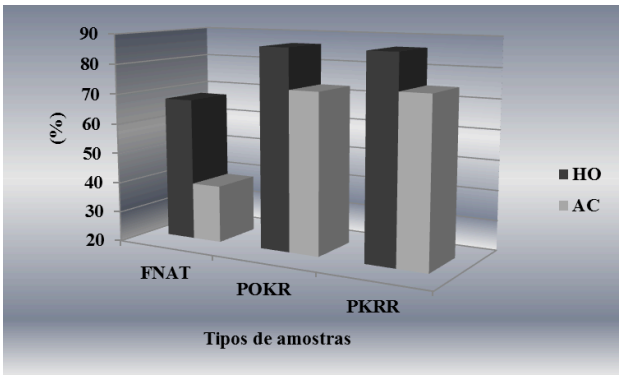


Figura 1. Resultado das análises químicas realizadas nas amostras de*Bambusa vulgaris* Schrad. FNAT: Fibra natural; POKR: Polpa sem refino; PKRR: Polpa refinada; HO: Holocelulose; AC: Alfa-celulose

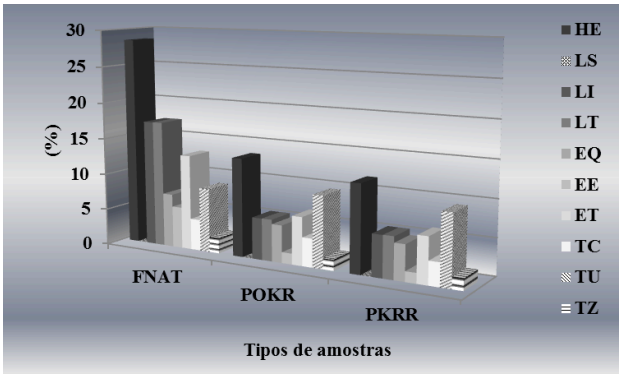


Figura 2. Resultado das análises químicas realizadas nas amostras de*Bambusa vulgaris* Schrad. FNAT: Fibra natural; POKR: Polpa sem refino; PKRR: Polpa refinada; HE: hemicelulose; LS: Lignina solúvel; LI: Lignina insolúvel; LT: Lignina total; EQ: Extrativos solúveis em água quente; EE: Extrativos solúveis em etanol/toluol + etanol; ET: Extrativos totais; TC: Teor de cera; TU: Teor de umidade; TZ: Teor de cinzas

Altos teores de extrativos, cinzas e lignina diminuem as propriedades mecânicas dos compósitos, prejudicam a aderência entre fibras e matrizes, interferem na cura das matrizes e causam estouros no produto final nas etapas de prensagem, caso este seja o tipo de moldagem escolhido. Os tratamentos industriais de polpação e refino realizados promovem a remoção de grande parte destas substâncias, provocando um aumento na pureza das amostras e por consequência, um aumento na quantidade de holocelulose e alfa-celulose, em relação à fibra natural, o que é extremamente desejável, uma vez que o objetivo deste trabalho é utilizar as polpas de bambu em compósitos.

Neste contexto, as fibras com grande quantidade de celulose são econômica e tecnicamente viáveis para serem utilizadas como reforço em compósitos. Segundo Chand e Hashmi [26] a resistência à tração e o módulo de elasticidade das fibras são diretamente proporcionais ao teor de celulose. Por possuir alta cristalinidade, boa estabilidade química e alta polaridade, a celulose se apresenta vantajosa e recomendável para ser utilizada em compósitos com matrizes poliméricas. Além disso, as fibras com maior teor de carboidratos apresentam maior possibilidade de estabelecer ligações interfibrilares, por causa da funcionalidade química para formação de ligações hidrogênio.

Analisando a Figura 1 observa-se a ocorrência de um aumento de 28,16 e 91,45%, nos teores de holocelulose e alfa-celulose para a amostra refinada submetida ao processo kraft de polpação (PKRR) em comparação a amostra de fibra natural (FNAT). Isso ocorre devido à remoção de lignina e polioses, porções amorfas da fibra.

Atendendo as expectativas, houve também uma redução gradativa nos teores de hemicelulose e extrativos para amostras submetidas ao processo de polpação, pois ao contrário da celulose, as hemiceluloses são polímeros facilmente hidrolisáveis. Como a hemicelulose não forma arranjo fibroso e contribui na formação de regiões amorfas diminuindo a cristalinidade do material, além de ser responsável pela absorção de umidade, o seu menor teor contribui para a melhoria das propriedades mecânicas das polpas.

Já os extrativos, que incluem alguns sais, açúcares, polissacarídeos, ácidos graxos, alcoóis de cadeia longa, ceras, resinas, esteróides, compósitos fenólicos e glicosídeos solúveis em água e em solventes orgânicos, também foram hidrolizados com facilidade. A redução nos teores destes elementos proporciona à fibra e às polpas de bambu uma maior sinergia química quando utilizadas como cargas em compósitos poliméricos.

Observa-se também uma pequena variação nos valores dos teores de umidade de fibra e polpas. A polpa refinada (PKRR) apresenta-se mais hidrofóbica em comparação a polpa sem refino (POKR).

IV. CONCLUSÃO

A caracterização mostrou que a fibra natural apresentou teores indesejáveis de cinzas, extrativos, lignina e ceras, limitando, portanto, a sua utilização como agente de reforço em compósitos poliméricos. Já as polpas obtidas através do tratamento químico de polpação, seguida do processo de refino, se mostraram mais adequadas, uma vez que as mesmas apresentaram uma queda considerável, principalmente nos teores de materiais amorfos das amostras. Os resultados da caracterização química mostraram que as polpas de bambu apresentaram grande potencial para serem utilizadas como agente de reforço em compósitos polimérico, necessitando de estudos complementares mais detalhados.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FCA (Fundação Cultural de Araxá) pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa, ao CEFET-MG pelo apoio irrestrito as pesquisas em todos os campi e em todas as áreas do conhecimento, à CEPASA S/A, pela doação e envio das amostras, a UFLA-MG (Universidade Federal de Lavras), por ter cedido os laboratórios, equipamentos e todos os reagentes químicos para a consecução das pesquisas e a REDEMAT (Rede Temática em Engenharia de Materiais) pelo constante apoio a seus pesquisadores.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. CHATTOPADHYAY, S. K.; KHANDAL, R. K.; UPPALURI, R.; GHOSHAL, A. K. **Bamboo Fiber Reinforced Polypropylene Composites and Their Mechanical, Thermal, and Morphological Properties**. Journal of Applied Polymer Science, v.119, p.1619-1626, 2011.

ISSN 1809-3957

[2]. LOPEZ, L. F.; CORREAL, J. F. **Exploratory study on the glued laminated bamboo Guadua angustifolia kunt as a structural material.** Maderas: Ciencia y Tecnologia, v.11, n.3, p. 171-182, 2009.

[3]. KUMAR, P.; BARRET, D. M.; DELWICHE, M. J.; STROEVE, P. **Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production.** Ind. Eng. Chem. Res., v.48, n.8, p.3713-3729, 2009.

[4]. SEN, T.; REDDY, H. N. J. **Applications of Sisal, Bamboo, Coir and Jute and NaturalComposites in Structural Up Gradation.** International Journal of Inovation, Management and Technology, v.2, n.3, p.186-191, 2011.

[5]. ROWEL, R. M. Natural fibres: types and properties. **In**: KIM, L. Pickering, editor, Properties and performance of natural-fiber composites, Woodhead Publishing in Materials, chapter 1, p.3–66. Woodhead Publishing, Cambridge, England, 2008.

[6]. GELLERSTEDT, F.; GATENHOLM, P. **Surface properties of lignocellulosic fibers bearing carboxylic groups.** Cellulose, v.6, n.2, p.103–121, 1999.

[7]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL/ABTCP. **Normas técnicas**. São Paulo, ABTCP M1, 1974.

[8]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL/ABTCP. **Normas técnicas**. São Paulo, ABTCP M3, 1989.

[9]. GOLDSCHMID, O. Ultraviolet spectra. **In**: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. lignins; occurrence, formation, structure and reactions. John Wiley & Sons: New York, p.241-266, 1971.

[10]. TAPPI – TESTING PROCEDURES OF TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **In**: Tappi Standard Method. Atlanta, USA. cd-rom, 2001.

[11]. CARASCHI, J. C. **Estudo das relações estrutura/propriedades de carboximetilcelulose obtida por derivação de polpa de bagaço de cana-de-açúcar**. 188 f. 1997. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal de São Paulo, USP, São Carlos, 1997.

[12]. RAHMATI, H.; EBRAHIMI, P.; SEDGHI, M. **Effect of Cooking condition and oxygen-deslignification on Bambusa tulda kraft pulping**. Indian Journal of Chemical Technology, v.17, p.74-77, 2010.

[13]. LI, X. **Physical, Chemical, and Mechanical Properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing**. 2004. 68f. Dissertação (Master of Science in Renewable Natural Resources)-Faculty of Agriculture and Mechanical College, Louisiana State University, Louisiana, 2004.

[14]. CHEN, X.; GUO, Q.; MI, Y. **Bamboo Fiber-Reinforced Polypropylene Composites: A Study of the Mechanical Properties.** Journal of Applied Polymer Science, v.69, p.1891-1899, 1998.

[15]. LI, X. SHUPE, B., PETER, T. F., HSE, G. F., EBERHARDT, T. L. **Chemical changes with maturation of the bamboo species Phyllostachys pubescens**. Journal of Tropical Forest Science, v.19, n.1, p.6–12, 2007.

[16]. BAGBY, M. O., NELSON, G. H., HELMAN, E. G.; CLARK, T. F. **Determination of lignin in non-wood plant fibre sources**. Tappi Journal, v.54, p.1876−1878, 1971.

[17]. MANUHUA, E. Assesmen Potensi Bambu dan Pemberdayaannya di Pulau Seram. **Workshop** Bambu, Kerjasama United Nation Industry Development Organization (UNIDO), 2005; dengan PEMDA Maluku. (Laporan Hasil Penelitian)

[18]. YUSOFF, M. N. M.; ABD.KADIR, A.; MOHAMED, A. H. Utilization of bamboo for pulp and paper and medium density fiberboard. **In**: (W.R.W. Mohd and A.B. Mohamad, eds.). Proceeding of the seminar towards the management, conservation, marketing and utilization of bamboos, FRIM, Kuala Lumpur, p.196-205, 1992.

[19]. PETTERSEN, R. C. The chemical Composition of Wood. **In**: Rowell, R. M. Ed. The Chemistry of Solid Wood Advancer in Chemistry Series 207. Washington D.C: American Chemical Society, Chapter 2, 1984.

[20]. HATTALLIA, S.; BENABOURA, A.; HAM-PICHAVANT, F.; NOURMAMODE, A.; CASTELLAN, A. **Adding Value to Alfa Grass (Stipa Tenacissima L.) Soda Lignin as Phenolic Resins 1. Lignin Characterization**. Polymer Degrad. Stab, v.75, p.259-264, 2002.

[21]. AMAR, K .M.; MANJUSRI, M.; LAWRENCE, T. D. **Natural Fibers, Biopolymers, and Bio-composites**. CRC Press, Tailor & Francis, p. 875, 2005.

[22]. RAMAKRISHNA, G. & SUNDARARAJAN, T. **Studies on the Durability of Natural Fibers and the Efect of Corroded Fibers on the Strength of mortor.** Cement and Concrete Composites, v.27, n.5, p.575-582, 2005.

[23]. KHEDARI, J.; WATSANASATHAPORN, P.; HIRUNLABH, J. **Development of fibre-based soilcement block with low thermal conductivity.** Cement and concrete composite, v.27, n.1, p.111-116, 2005.

[24]. PEREIRA, A. L. S**. Extração de nanocelulose de fibras vegetais.** 2010. 54p. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, UFCE, Fortaleza, CE, 2010.

[25]. GUIMARÃES, J. L.; FROLLINI, E.; DA SILVA, C. G.; WYPYCH, F.; SATYANARAYANA, K. G. **Characterization of banana, surgarcane bagasse and sponge gourd fibers of Brazil.** Industrial Crops and Products, v.30, n.3, p. 407-415, 2009.

[26]. CHAND, N. S & HASHMI, A. R. **Mechanical properties of sisal fibre at elevated temperaturas**. Journal of Materials Science, v.28, n.24, p.6724-6728, 1993.

VII. COPYRIGHT

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

O EMPREENDEDORISMO SOCIAL NA FORMAÇÃO E AÇÃO DO PROFISSIONAL ENFERMEIRO

FÁBIO GONÇALVES FERREIRA[1]; GIOVANE OLIVEIRA VIEIRA[2]
1-2 UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO PROFESSOR JOSÉ DE SOUZA HERDY - UNIGRANRIO
enfermeirodomar@hotmail.com; giovaneolivieira@gmail.com

Resumo - Este artigo é fruto de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) elaborado através de uma pesquisa bibliográfica que objetivou refletir sobre o profissional enfermeiro no campo do empreendedorismo social. Foram avaliadas a importância do papel social do enfermeiro, as possibilidades de empreendedorismo social através da avaliação do entorno social e o potencial dos cursos de graduação como incubadoras de empreendedores sociais. Chegou-se à conclusão de que o enfermeiro, desde os tempos de Florence Nightingale, tem um importante papel frente às transformações sociais, papel este, que foi se enfraquecendo com as mudanças no panorama econômico (capitalismo e neoliberalismo) e científico (modelo de saúde médico-curativo), porém verificou-se que este papel pode ser resgatado de maneiras inovadoras como com a implementação das incubadoras de aprendizagem nos centros de formação do enfermeiro possibilitando a aquisição/otimização das características empreendedoras sociais.

Palavras-chave: Empreendedorismo. Responsabilidade Social. Enfermagem.

I. INTRODUÇÃO

As gradativas e aceleradas transformações sociais no Brasil tem fomentado e ampliado discussões acerca da qualidade da formação dos profissionais de saúde. No processo de construção e implementação do Sistema Único de Saúde (SUS), várias ferramentas operacionais tem sido utilizadas para otimizar não só a formação, como também a atuação destes profissionais no âmbito da atenção básica. Destaca-se como uma destas ferramentas o Programa de Reorientação da Formação Profissional em Saúde - Pró-Saúde (BRASIL, 2007) lançado em 2005, que além de estimular o desenvolvimento de ações proativas e empreendedoras nos espaços sociais emergentes, incentiva uma inserção crítica e responsável dos profissionais nestes ambientes.

Ao longo da construção da história da enfermagem brasileira, percebe-se o distanciamento dos profissionais de enfermagem, em especial o enfermeiro, do seu papel social/político de agente catalisador e empreendedor das transformações sociais, atuando como facilitador dos processos de empoderamento e aumento da autonomia dos sujeitos por ele assistidos. E devido a isso, o enfermeiro passou a ser um cumpridor de protocolos engessados e delineados que limitam sua capacidade de empreender novas formas de assistência e cuidado que fujam à rigidez destas normas (COSTA *et. al*, 2006).

Backes e Erdmann (2009) ponderam que o potencial empreendedor está presente em qualquer ser humano, contudo, este precisa de um entorno favorável, um ambiente que o instigue e o questione, motivando-o a germinar e frutificar. Partindo desta assertiva questionamos o porquê da escassez de empreendedores sociais na enfermagem considerando que na sua essência a enfermagem é a arte e a ciência do cuidar, e cuidar nas dimensões que extrapolam as ações biologicistas. Considerando a equipe multidisciplinar em saúde, o enfermeiro é o sujeito que tem maior aproximação com os indivíduos, ou seja, no atendimento onde a integralidade e a equidade são metas a serem cumpridas, o enfermeiro necessita compreender seu papel de agente transformador de realidades, através dos princípios da educação em saúde. Se o empreendedor social busca a melhoria na qualidade de vida e cidadania de uma população, o Brasil pode ser considerado um campo riquíssimo para ações empreendedoras que através da mobilização e organização social, estimuladas e catalisadas pelo enfermeiro, poderiam gerar melhoria dos níveis de saúde mesmo em meio às situações de desigualdade social.

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) prioriza as ações voltadas para promoção, proteção e recuperação da saúde através da adoção de políticas públicas sociais, econômicas e ambientais que possam subsidiar a melhoria da qualidade de vida além de instrumentalizar o cidadão para a co-responsabilidade em relação a própria saúde e a saúde coletiva. Para tanto, torna-se imprescindível que os profissionais envolvidos neste processo estejam aptos a atuar como facilitadores e intermediadores entre os gestores do sistema de saúde e a população.

II. OJETIVOS

O presente artigo tem como objetivos: Refletir sobre a importância do papel social do enfermeiro; Apontar possibilidades de empreendedorismo social na avaliação do entorno social pelo enfermeiro e Refletir sobre o potencial do curso de graduação como incubadora de empreendedores sociais.

Segundo Peter F. Druker, o termo “empreendedor” (do francês, entrepreneur, querendo dizer “aquele que toma em mãos”) foi introduzido há dois séculos pelo economista francês Jean-Baptiste Say para caracterizar um agente econômico especial – não apenas alguém que simplesmente abre um negócio, mas alguém que “muda os recursos econômicos de uma área de baixa produtividade para uma área de maior produtividade e maiores lucros” (DRUKER apud BORNSTEIN, 2005). No Brasil, onde o tema só se popularizou a partir da década de 1990, temos como impulso ao empreendedorismo, a abertura do mercado sob a égide neoliberal e capitalista, que levou à privatização de várias estatais obrigando muitos indivíduos desempregados a alçarem novos negócios por conta própria buscando

ISSN 1809-3957

sustentar suas famílias naquele cenário de necessidades e oportunidades que se desenhava (DORNELAS, 2001).

Em 2008, em plena crise econômica internacional, o Brasil participou de uma pesquisa sobre empreendedorismo realizada pelo Projeto Global Entrepreneurship Monitor (GEM), que avalia as atividades empreendedoras e o potencial empreendedor de vários países do mundo. Na pesquisa de 2008, foi verificado que o Brasil obteve um percentual de 12,02% de atividade empreendedora, bem próxima da média histórica de 12,72%. Isto quer dizer que de cada 100 brasileiros pelo menos 12 estão envolvidos em atividades empreendedoras, com uma estimativa total de 14.644.000 empreendedores no país. (SILVEIRA *et.al*, 2009).

Outra prática difundida globalmente é da responsabilidade social empresarial cujo conceito diz que a forma de gestão nas organizações deve ser ética e transparente, de modo a minimizar os impactos negativos no meio ambiente e na comunidade (BICALHO, 2003).

Bornstein (2005) afirma que o empreendedor social não é só uma pessoa que aplica técnicas comerciais e administrativas para alcançar fins sociais. Ele os vê como forças transformadoras. Neste sentido Backes e Erdmann (2009) salientam que "o empreendedorismo social combina paixão por uma missão social com a imagem de disciplina, inovação e determinação alicerçados ao exercício da cidadania", demonstrando ser uma estratégia bem promissora para os dias atuais, pois reúne em si a ideia de formação de redes, troca de conhecimentos e experiências, bem como o planejamento, implementação e avaliação de projetos de cunho social que não estão interessados a princípio em agregar somente valores econômicos, mas sim, valores éticos, sociais e humanos.

O empreendedor social aponta tendências e traz soluções inovadoras para problemas sociais e ambientais, seja por enxergar um problema que ainda não é reconhecido pela sociedade e/ou por vê-lo por meio de uma perspectiva diferenciada. Sua atuação acelera o processo de mudanças e inspira outros atores a se engajarem em torno de uma causa comum (BORNSTEIN, 2005). Neste caso, nota-se as diferenças entre os conceitos e ações que envolvem as temáticas empreendedorismo privado, responsabilidade social e empreendedorismo social.

Portanto, a partir destas análises percebe-se que dentre as diversas competências que precisam ser desenvolvidas durante a graduação em enfermagem, podemos citar as já conhecidas competências técnico-científicas que são exaustivamente trabalhadas em sala de aula e nos campos de estágio/ensino clínico. É sabido que estas competências há anos fazem parte do ensino da enfermagem e tem a sua importância comprovada e enraizada em nosso aprendizado e prática clínica. Contudo, no universo do empreendedorismo social na enfermagem, algumas outras competências, de cunho mais subjetivo, chamam a atenção de docentes e discentes às inovações pedagógicas que estas necessitam para serem trabalhadas e alcançadas durante o desenrolar da grade curricular.

III. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório a partir de uma revisão sistemática de literatura, já que, segundo Gil (1999) a sistematização da literatura acadêmica possibilita análises que estimulam a compreensão do fenômeno estudado, possuindo ainda a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para a formulação de abordagens posteriores. E a pesquisa qualitativa justificou-se neste caso, pois o interesse não estava em quantificar as variáveis da pesquisa, mas sim a qualidade apresentada pelas mesmas (LEOPARDI, 2001). Para busca de material utilizou-se as bases de dados de periódicos indexados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scielo e Bireme.

Como critério de inclusão optou-se pelos seguintes: série histórica de 10 anos, ou seja, artigos publicados entre 2001 e 2011, em português, específicos sobre a enfermagem/saúde. Foram excluídos artigos em língua estrangeira, publicados por profissionais não enfermeiros e que após a leitura do resumo em português, não tinham relevância para o estudo em questão. Por esta razão selecionou-se para análise de dados os seguintes periódicos: Revista ACTA Paulista de Enfermagem (UNIFESP), Revista Brasileira de Enfermagem (REBEn), Revista Nursing (UNIRIO), Revista Latino-americana de Enfermagem, Revista Gaúcha de Enfermagem, Escola Anna Nery Revista de Enfermagem, Revista Enfermagem em Foco (COFEN) e Revista Mineira de Enfermagem. A pesquisa ocorreu durante o período de setembro de 2011 a abril de 2012. Os descritores utilizados para busca foram: empreendedorismo, enfermagem, responsabilidade social e pesquisa em enfermagem. Os dados foram analisados a partir das categorias de análise: importância do empreendedorismo na graduação em enfermagem; perfil do enfermeiro empreendedor; experiências empreendedoras da enfermagem.

IV. RESULTADOS

Ao se lançar os descritores utilizados nas bases de dados Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Scielo e Bireme emergiram 571 artigos, porém destes somente 14 foram selecionados para esta pesquisa, pois preenchiam os requisitos da metodologia aplicada.

A seleção do material de pesquisa revelou na revista ACTA Paulista de Enfermagem 01 artigo, 08 artigos na Revista Brasileira de Enfermagem (REBEn), 01 artigo na Revista de Enfermagem Escola Anna Nery, 01 artigo na Revista Enfermagem em Foco (COFEN), 01 artigo na Revista Gaúcha de Enfermagem, 01 artigo na Revista Mineira de Enfermagem e na Revista Latino-americana de Enfermagem, 01 artigo.

De acordo com as categorias de análise propostas nesta pesquisa, percebeu-se que 06 artigos (BACKES; ERDMANN, 2009; BACKES; ERDMANN; BÜSCHER, 2009/2010; BACKES, D. S.; BACKES, M. S.; ERDMANN, 2009; CECAGNO, 2006; RONCON; MUNHOZ, 2009) tratam da importância do empreendedorismo na graduação em enfermagem, descrevendo que as constantes e rápidas transformações sociais e econômicas ocorridas nas últimas décadas influenciam diretamente na formação dos profissionais de saúde/enfermagem, exigindo mudanças significativas na maneira como é conduzido o processo de ensino-aprendizagem durante os cursos de graduação.

Os autores salientam que o processo de subjetivação, ou seja, a formação de sujeitos, capazes de realizar uma leitura da realidade social onde estão inseridos, atuando de forma a proporcionar mudanças significativas de impacto local e regional, é de extrema importância, pois o

ISSN 1809-3957

profissional enfermeiro deve possuir além da capacidade técnico-científica, características relacionais aguçadas, para poder realizar estas intervenções, conforme o pensamento de Backes e Erdmann (2009):

> A formação acadêmica [...] não pode limitar-se a simples aquisição e reprodução de conhecimentos. Para além da aquisição de conhecimentos técnico-científicos, é preciso que o indivíduo adquira competências humano-interativas, capazes de agregar valor social e possibilitar o desenvolvimento local e global. Para ser empreendedor é preciso ter competência técnica, humana e interativa, para identificar e ampliar as oportunidades que agregam valor social.

Outro ponto abordado pelos autores é a mudança do paradigma biologicista/intervencionista/curativo para o problematizador/complexo, que vem de encontro às diretrizes da integralidade, igualdade e preservação da autonomia, contidas na Lei 8.080 de 1990 (BRASIL, 1990). Esta mudança de paradigmas quer aproximar o discente e futuro profissional da visão holística do ser humano que possibilitará ao mesmo uma avaliação crítica e reflexiva da realidade imposta, levando-o a traçar um plano de intervenções criativas para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos/população assistidos por ele.

A categoria perfil do enfermeiro empreendedor foi abordada em 04 artigos (BACKES *et. al*, 2010; BRITO *et. al*, 2011; RIBEIRO; BORENSTEIN, 2005; PERSEGONA *et.al*, 2009) e estes tratam das características empreendedoras que podem ser desenvolvidas pelos discentes durante a graduação. Ressaltam que competências de caráter social como o conhecimento sociopolítico (PERSEGONA *et.al*, 2009), por exemplo, precisam de atenção especial, já que a intenção da formação de profissionais empreendedores requer uma percepção e avaliação mais apuradas da realidade. Ou seja, os futuros profissionais ao fazerem a avaliação do entorno social onde estarão inseridos, precisam ter a noção de quão complexas são as veredas burocráticas das políticas públicas para decidir se uma intervenção surtirá mesmo o efeito desejado, se alcançará os objetivos e se terá um real impacto na qualidade de vida da população participante. Uma das características do perfil empreendedor é saber correr riscos controlados e outra é ter responsabilidade para administrar bem e de forma consciente os recursos disponíveis, sejam eles humanos ou materiais, pois bem sabemos que no setor público a escassez de recursos é acentuada (BRITO *et.al*, 2011).

Analisando a categoria experiências empreendedoras da enfermagem percebe-se que 04 artigos (COSTA *et.al*, 2006; MANDÚ, 2003; SHIRATORI *et.al*, 2004; TEIXEIRA; VALE, 2010) tratam desta temática, entretanto, nota-se que as experiências empreendedoras na enfermagem ainda são muito incipientes, mesmo porque esta temática ainda é recente no palco de discussões e práticas dos profissionais de enfermagem. Conforme citam os autores um dos caminhos percorridos pelos profissionais enfermeiros para uma atuação empreendedora perpassa a conscientização de que a responsabilidade social da enfermagem vai muito além dos procedimentos do cuidar pura e simplesmente, mas requer reflexões, por exemplo, sobre as dicotomias teoria e prática, ensino e aprendizagem, saúde e doença, e outras (TEIXEIRA; VALE, 2010). Outro ponto citado como forma de criar experiências empreendedoras na atuação do enfermeiro faz relação com a educação em saúde e a capacitação da comunidade para atuar de forma efetiva sobre sua qualidade de vida (SHIRATORI *et.al*, 2004).

Mandú (2003) relembra em seu artigo que "a realidade social não é fruto de forças naturais, mas de história feita pelos seres humanos, à custa de lutas individuais e sociais", reforçando a ideia do comprometimento e da responsabilidade social do enfermeiro e da comunidade na melhoria da qualidade de vida de ambos.

Um achado interessante e ao mesmo tempo preocupante são os resultados encontrados por Costa *et.al* (2006) que demonstram a tímida e desarticulada participação da enfermagem brasileira nas discussões e na formulação das políticas públicas em nosso país, demonstrando que como profissão ainda precisamos de uma melhor articulação entre as categorias integrantes (auxiliares, técnicos e enfermeiros) para que nossa voz seja ouvida, e não só ouvida, mas respeitada e levada em consideração no momento de redigir um programa de saúde, por exemplo, pois principalmente na ESF (Estratégia Saúde da Família), trabalhando na ponta, o profissional de enfermagem tem muito a contribuir na ampliação da visão dos gestores com relação às complexidades e particularidades da prática assistencial e das muitas vezes difíceis interações profissional-usuário no momento de pô-las em prática.

V. CONCLUSÕES

Para o enfermeiro que quer se tornar um empreendedor social, a visão sociopolítica é de suma importância, pois este é o ponto de partida através do qual o enfermeiro poderá fazer uma leitura da realidade social na qual está inserido e juntamente com as instituições locais (igrejas, escolas, centros comunitários, associação de moradores) e moradores poderá articular parcerias que possibilitarão a implementação de ações de promoção e prevenção da saúde levando à melhoria da qualidade de vida e da autonomia destes sujeitos na percepção de vários dos autores analisados (BACKES; ERDMANN; BÜSCHER, 2010; PERSEGONA *et.al*, 2009; BACKES *et.al*, 2010; COSTA *et.al*, 2006; MANDÚ, 2003),

Percebe-se que as possibilidades de empreendedorismo social por parte do profissional enfermeiro são muitas, contudo vários dos artigos analisados trazem consigo uma forte crítica às metodologias de ensino-aprendizagem aplicadas atualmente nos cursos de graduação em enfermagem de todo o Brasil que acabam por dificultar ou mesmo anular as características empreendedoras latentes nos acadêmicos (BACKES; ERDMANN, 2009; RONCON; MUNHOZ, 2009; CECAGNO *et.al*, 2006; BACKES *et.al*, 2010; MANDÚ, 2003; TEIXEIRA; VALE, 2010). Esta reflexão infere a necessidade de se repensar e adequar a formação acadêmica do enfermeiro para as demandas atuais. Não somente para adequá-lo ao mercado de trabalho que busca nas características empreendedoras a diferenciação

ISSN 1809-3957

profissional, mas também para preencher uma lacuna de responsabilização social por parte da enfermagem, que a partir da criação do Programa Saúde da Família (PSF) em 1994, hoje Estratégia Saúde da Família (ESF), ganha maior autonomia e visibilidade perante o usuário do sistema de saúde. Neste caso, espera-se que este profissional sinta-se impulsionado a modificar a percepção de enfermeiro tecnicista e "executor de procedimentos" para um profissional com habilidades ímpares nos campos da administração e gestão de unidades/equipes, capaz de articular os interesses do sistema de saúde com seus vários programas às situações de desigualdade social encontradas na sua prática diária.

O Ministério da Saúde está convencido de que o investimento em adequação da rede física, de tecnologia, de medicamentos e de insumos é em vão, se os profissionais de saúde não apostarem no SUS. Constitui desafio permanente, o reforço de uma robusta articulação entre as instituições formadoras e o serviço de forma a corrigir o descompasso entre a orientação da formação dos profissionais de saúde e os princípios, as diretrizes e as necessidades do SUS. Portanto, como evidenciado pelos autores analisados, há uma necessidade urgente de se por em prática as propostas do Pró-Saúde (BRASIL, 2007) de modo eficaz, adequando os espaços físicos para a nova proposta, capacitando o corpo docente para metodologias de ensino-aprendizagem problematizadoras, avaliando o andamento do processo e retroalimentando o programa com as dificuldades e conquistas alcançadas.

As Instituições de Ensino Superior (IES) como um todo, precisam se comprometer com os pilares básicos de sua missão – ensino, pesquisa e extensão – que na visão de Severino (2010) não podem ser separadas, pois são complementares entre si. Por isso a tendência de algumas IES dedicarem-se somente ao ensino, deixando de lado a prática da pesquisa e da extensão colaboram para a multiplicação de profissionais que não conseguem perceber a sua responsabilidade e importância social, pois através de uma prática profissional engajada, consciente, holística e empreendedora as possibilidades de melhoria da qualidade de vida da população assistida tornam-se muito maiores, mas para isso é necessário que o discente perceba, através do ensino, pesquisa, extensão e práticas criativas de ensino-aprendizagem que tudo isso é possível, pois ao contrário, somente estaremos reproduzindo o discurso de alguns de que o SUS não tem possibilidades de ser implementado em sua totalidade e que nada se pode fazer para mudar esta realidade.

VI.– REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKES, D. S.; ERDMANN, A. L. Formação do enfermeiro pelo olhar do empreendedorismo social. Revista Gaúcha de Enfermagem, 30(2): 242-248, 2009.

BACKES, D. S.; ERDMANN, A. L.; BÜSCHER, A. Evidenciando o cuidado de enfermagem como prática social. Revista Latino-americana de Enfermagem, 17(6): 988-994, 2009.

BACKES, D. S.; BACKES M. S.; ERDMANN, A. L. Promovendo a cidadania por meio do cuidado de enfermagem. Revista Brasileira de Enfermagem, 62(3): 430-434, 2009.

BACKES, D. S.; ERDMANN, A. L.; BÜSCHER, A. O cuidado de enfermagem como prática empreendedora: oportunidades e possibilidades. Acta Paulista de Enfermagem, 23(3): 341-347, 2010.

BACKES, D. S. *et.al*. Repensando o ser enfermeiro docente na perspectiva do pensamento complexo. Revista Brasileira de Enfermagem, 63(3): 421-426, 2010.

BICALHO, A. Responsabilidade Social das Empresas: Contribuição das Universidades. São Paulo: Editora Petrópolis, 2003.

BORNSTEIN, D. Como mudar o mundo: empreendedores sociais e o poder das novas ideias. Tradução de Alexandre Raposo e Maria Beatriz de Medina. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2005.

BRASIL. Lei complementar nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Educação. Programa Nacional de Reorientação da Formação Profissional em Saúde – Pró-Saúde : objetivos, implementação e desenvolvimento potencial. Brasília, 2007.

BRITO, A. M. R. *et.al*. Representações sociais de discentes de gradução em enfermagem sobre "ser enfermeiro". Revista Brasileira de Enfermagem, 64(3): 527-535, 2011.

CECAGNO, D. *et.al*. Incubadora de aprendizagem: uma nova forma de ensino na enfermagem/saúde. Revista Brasileira de Enfermagem, 59(6): 808-811, 2006.

COSTA, G. M. C. *et.al*. Uma abordagem da atuação histórica da enfermagem em face das políticas de saúde. REME – Revista Mineira de Enfermagem da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 10(4): 412-417, 2006.

DORNELAS, J. C. A. Empreendedorismo: transformando idéias em negócios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

LEOPARDI, M. T. Metodologia da Pesquisa na Saúde. Santa Maria: Palloti; 2001.

MANDÚ, E. N. T. Diretrizes curriculares e a potencialização de condições para mudanças na formação de enfermeiros. Revista Brasileira de Enfermagem, 56(4): 348-350, 2003.

PERSEGONA, K. R. *et.al*. O conhecimento político na atuação do enfermeiro. Revista de Enfermagem da Escola Anna Nery, 13(3): 645-650, 2009.

RIBEIRO, A. A. A.; BORENSTEIN, M. S. A percepção dos formandos a respeito dos instrumentos básicos de enfermagem e sua aplicabilidade. Revista Brasileira de Enfermagem, 58(6): 653-658, 2005.

RONCON, P. F.; MUNHOZ, S. Estudantes de enfermagem têm perfil empreendedor? Revista Brasileira de Enfermagem, 62(5): 695-700, 2009.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 23 ed. – São Paulo: Cortez, 2007.

SHIRATORI, K. *et.al*. Educação em saúde como estratégia para garantir a dignidade da pessoa humana. Revista Brasileira de Enfermagem, 57(5): 617-619, 2004.

SILVEIRA, S. M. S. G. *et.al*. Empreendedorismo no Brasil: 2008. Curitiba: IBQP, 2009.

TEIXEIRA, E.; VALE, E. G. Desafios para reinventar o ensino e perspectivas para o curso de graduação em enfermagem. Enfermagem em Foco, 1(2) :55-58, 2010.

VII. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

QUEIMA MICROCONTROLADA DE BIOGÁS PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO COM BAIXA E INCONSTANTE VAZÃO

OSMAR DA ROCHA SIMÕES[1]; MÁRCIO ABUD MARCELINO[2]; ALICE REIS DE SOUZA[3]; EDERALDO GODOY JÚNIOR[4]
1 - MESTRANDO EM ENGENHARIA MECÂNICA, AUTOMAÇÃO PELA UNITAU PROFESSOR DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO; 2 - DOUTOR EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO PELO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA, PROFESSOR DA UNESP E DO PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA DA UNITAU, BOLSISTA DE PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA E EXTENSÃO INOVADORA DO CNPQ; 3 - MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA, AUTOMAÇÃO PELA UNITAU, PROFESSORA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO; 4 - DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA PELA UNESP, PROFESSOR DO PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA DA UNITAU, BOLSISTA DE PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA E EXTENSÃO INOVADORA DO CNPQ
osmarsimoes@bol.com.br;abud@feg.unesp.br;aripri@gmail.com;godoyjr@unitau.br

Resumo - O sistema Queimador Registrador de Baixas Vazões de Biogás é um sistema que permite a queima de biogás em miniestações de tratamento de esgoto, quando o aproveitamento energético não é viável devido à baixa e inconstante vazão de biogás. Este sistema vai de encontro às necessidades mundiais de redução na emissão dos gases do efeito estufa (GEE), em especial do gás metano (CH4), presente no biogás produzido por meio da digestão anaeróbica do esgoto sanitário, que é aproximadamente vinte e uma vezes mais impactante para a atmosfera que o gás carbônico (CO2). O princípio se baseia no armazenamento do biogás em um gasômetro volumétrico, tipo telescópio, que depois de cheio, o biogás é queimado automaticamente, podendo o volume queimado ser quantificado para posterior obtenção de créditos de carbono. Este artigo apresenta um sistema de controle de baixo custo que pode ser absorvido por instalações de pequeno porte. Utilizando microcontroladores do tipo controlador de interface programável PIC 16F628A ou similares, os circuitos eletrônicos ficam compactos, precisos e inteligentes. Para que o módulo de controle tenha capacidade de monitorar e quantificar o volume de biogás queimado, foram utilizados: um sensor para detecção do nível do gasômetro cheio, um sensor para detecção do nível do gasômetro vazio, uma válvula para controle do gás e um centelhador semelhante ao utilizado em um fogão de cozinha. Também foi utilizado um contador que permite o sistema quantificar o número de vezes que o gasômetro foi esvaziado e contabilizado o volume de biogás queimado. Neste artigo é apresentada a simulação das funções do controlador.

Palavras-chave: Microcontrolador de queima de gases. Biogás, crédito de carbono. Queimador de biogás, de baixas vazões.

I. INTRODUÇÃO

O biogás é um composto gasoso constituído, basicamente, de metano (CH4) e de dióxido de carbono (CO2), produzido em aterros sanitários, lixões e em estações de tratamento de efluentes (ETE), devido à degradação da matéria orgânica por biodigestão anaeróbia, ou seja, sem a presença de oxigênio (GARCILASSO, 2010).

A necessidade de eliminação ou aproveitamento do biogás envolve muitas pesquisas, inclusive na geração de energia, pois se não utilizado corretamente, ele é extremamente prejudicial ao ambiente, e é um gás de efeito estufa (GEE).

Segundo o CENBIO (2008), o metano (principal composto do biogás) possui um potencial de aquecimento cerca de vinte e uma vezes maior que o gás carbônico podendo ser utilizado em substituição e em complementação ao gás natural (GN) ou ao gás liquefeito de petróleo (GLP).

Com o intuito de reduzir a emissão de GEE na atmosfera, em 1997 na cidade de Kyoto no Japão foi assinado por 160 países o denominado Protocolo de Kyoto que obriga as Empresas que poluem o ambiente, independentemente do tipo de poluente, adquirirem créditos de carbono, em proporção à quantidade de poluente gerado. Estes créditos são convertidos em valores financeiros que as instituições devem utilizar para desenvolvimento de projetos de sustentabilidade. Daí a necessidade de se contabilizar o volume de biogás queimado (Kyoto, 2012).

Os queimadores que registram o volume de metano queimado são importados, com vidas úteis limitadas, caros e disponíveis somente para grandes vazões, comuns em estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários, sem versões para baixas vazões, tornando-se inacessíveis para grande parte das aplicações. O sistema queimador para pequenas vazões de biogás, objeto deste trabalho, queima pequenos volumes, impedindo que o gás metano presente no biogás, seja lançado na atmosfera. A associação deste queimador automático com pequenas estações de tratamento esgoto é uma proposta eficiente e economicamente viável, recomendada para instalação em: escolas, pequenos condomínios, hospitais, entre outras que, se somadas,

ISSN 1809-3957

realizam significativa proteção ao meio ambiente, além de eliminar o mau cheiro de gás sulfídrico presente no biogás.

Este projeto apresenta um módulo controlador que monitora, controla e quantifica o número de vezes que o gasômetro, responsável por armazenar o biogás, é esvaziado.

Para gerenciar todo o processo foi utilizado um microprocessador da Microchip, o PIC 16F628, e foi criada uma rotina específica para a chama, garantindo que a contabilização da queima seja confiável, e o volume mínimo queimado. Caso a chama permaneça apagada depois de ter sido liberado o gás para queima, um LED vermelho ficará pulsando indicando irregularidades na operação, fechando em seguida a válvula de gás. Neste caso o processo somente voltará ao seu funcionamento normal, por meio do acionamento de uma chave de reset, disponível para essa finalidade.

Este trabalho é uma evolução da proposta desenvolvida por Marcelino & Godoy (2011) que se baseou no armazenamento da do biogás, devido à baixa e inconstante vazão, para queima controlada, evitando a necessidade de chamas pilotos como outros tipos de combustíveis.

O diagrama em blocos do circuito desenvolvido está apresentado na Figura 1.

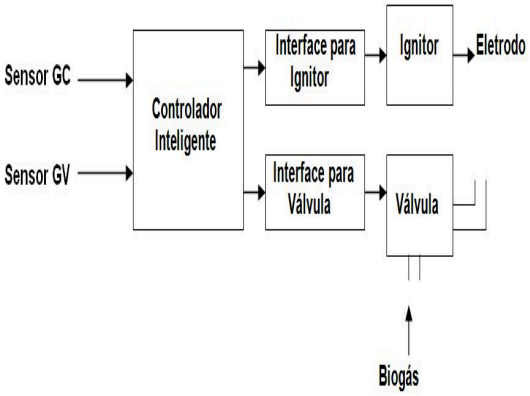


Figura 1 - Diagrama de blocos do controlador de queima de biogás

O biogás das miniestações de tratamento de esgoto, tendo como exemplo o produzido nas fossas sépticas, pode ser acumulado em um reservatório cilíndrico denominado gasômetro, tipo telescópio, que está representado na Figura 2, com a identificação de cada elemento que o constitui.

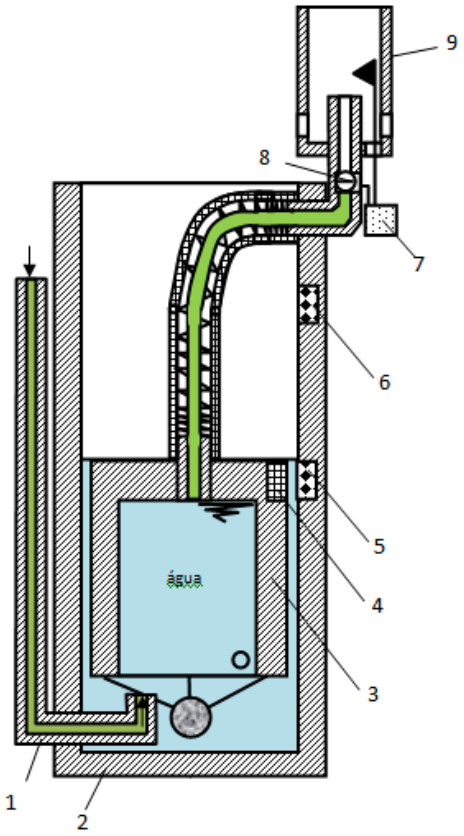


Figura 2 - Gasômetro do sistema armazenador e queimador de biogás (MARCELINO & GODOY, 2011)

O gasômetro é composto por dois copos cilíndricos de diâmetros diferentes, o recipiente 2, que é fixo, e o 3 que é móvel. À medida que o biogás produzido entra no recipiente fixo, através do tubo de entrada (1), o volume de biogás faz o recipiente móvel movimentar-se para cima, afastando o imã permanente (4) da chave que indica gasômetro vazio GV (5). A entrada do biogás ocorre até o instante em que o recipiente móvel atinge a chave que indica gasômetro cheio GC (6), que em contato com o imã permanente é ativada. Quando GC é ativada o microcontrolador liga o ignitor (7), que ativa o eletrodo dentro da cápsula protetora da chama (9), e abre a válvula de controle de vazão (8) e, nesse momento, a queima é iniciada com a vazão máxima de biogás. Com a queima o recipiente móvel desce, afastando o imã permanente da chave GC, desativando-a. Quando o imã atinge a chave GV o controlador abre a válvula (8), e a queima é encerrada. O biogás continua entrando no gasômetro, que novamente inicia o processo de armazenamento. Essa função de histerese é obtida com a realização de uma operação biestável, de acordo com o diagrama da Figura 3. Concomitantemente um contador de registro de volume é incrementado, contabilizando mais um volume queimado.

ISSN 1809-3957

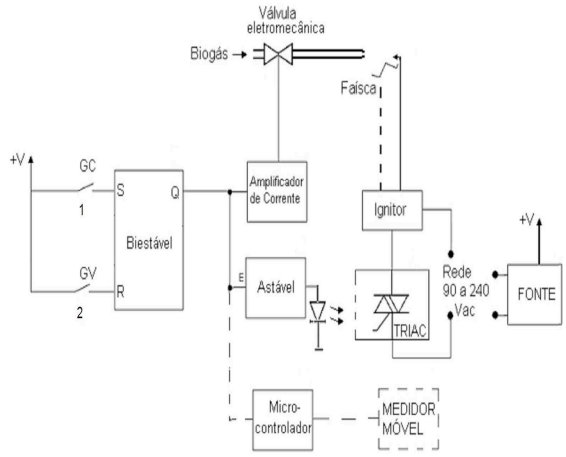


Figura 3 - Implementação da função biestável (MARCELINO & GODOY, 2011)

Para garantir a faísca no eletrodo e o ignitor (7) não fique sobrecarregado, uma vez que estes dois elementos são os que determinam o índice de confiabilidade do sistema, o acionamento do ignitor ocorre em intervalos de 5 segundos, com duração de 1 segundo Godoy Junior *et. al* (2012).

As chaves GC e GV estão ativando um circuito biestável que, por sua vez, ativa um circuito astável, para geração da faísca periódica. O microcontrolador que contabiliza o volume queimado é um opcional na proposta original, para a obtenção de créditos de carbono.

Este trabalho apresenta a realização das funções de controle de armazenamento, queima e contabilização do volume queimado, utilizando apenas um microcontrolador de baixo custo, que utiliza memória apenas de leitura, programável e apagável eletricamente (EEPROM), que mantém a informação, mesmo durante a ausência de energia elétrica.

II. CONTROLADOR PROPOSTO

Utilizou-se para comprovação das funções da proposta, usando um único microcontrolador, o simulador Proteus 7.8.

A Figura 4 apresenta o circuito do sistema de controle. Para representar as chaves magnéticas foram utilizadas chaves do tipo push-bottom, sendo que CH1 representa GC e CH2 representa GV. Os LEDs D1 piscando e D2 aceso foram utilizados para representar os acionamentos do ignitor e da válvula, respectivamente. Os fotoacopladores U2 e U3 representam as interfaces de potência que acionam o ignitor e a válvula.

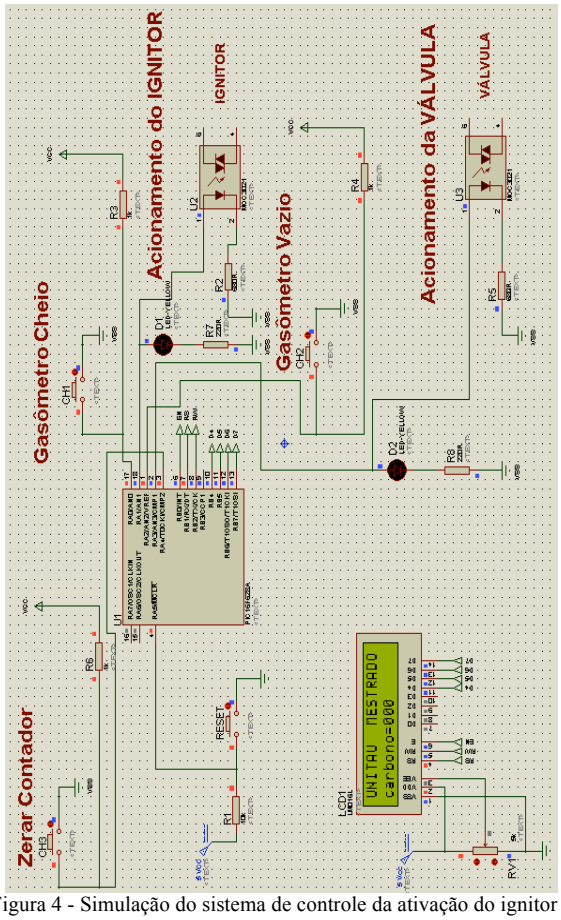


Figura 4 - Simulação do sistema de controle da ativação do ignitor e válvula

A Figura 5 apresenta o resultado com o gasômetro cheio, quando CH1 é ativada, D1 acende indicando que o ignitor é ligado, D2 também acende indicando que a válvula está aberta. O LED D1 está aceso, porém está alternando de estado, piscando a luminosidade, simulando o intervalo de acionamento do ignitor, que ocorre com duração de 1 segundo, repetindo em intervalo de 5 segundos. Permanecendo nessa condição mesmo que a chave CH1 seja desativada, informando que o gasômetro já começou a se esvaziar, até que a chave CH2 é ativada. Essa condição indica que o gasômetro está quase que totalmente vazio e o resultado da simulação está apresentado na figura 6. Neste instante o contador é incrementado de uma unidade, que também pode ser observado no display marcando 000, na Figura 5, e 001, na Figura 6. Os LEDs D1 e D2 permanecem apagados até o enchimento total do gasômetro quando o sensor GV é ativado novamente.

ISSN 1809-3957

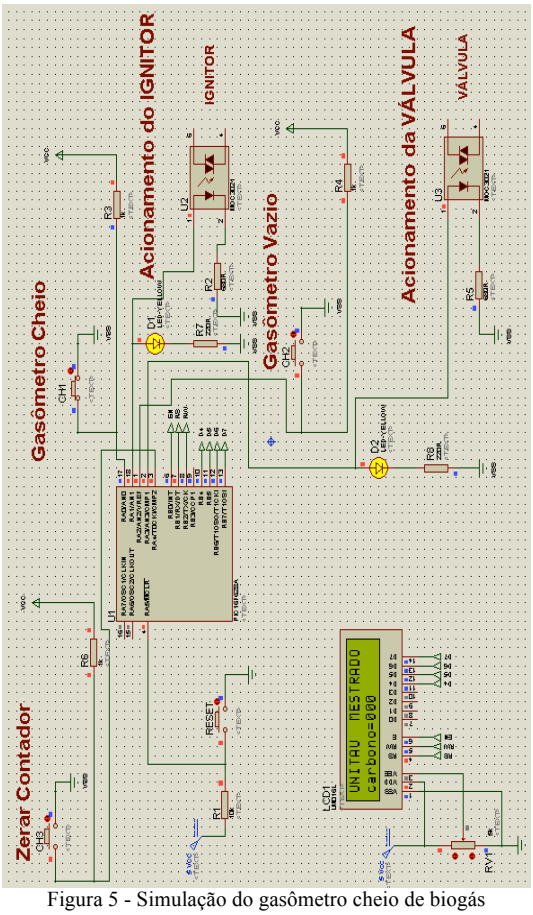


Figura 5 - Simulação do gasômetro cheio de biogás

A cada repetição desse ciclo o contador vai aumentando seu valor, contabilizando o número de volumes do gasômetro que foram queimados, para que os créditos de carbono possam ser adquiridos. Para isso, tanto o sistema como o gasômetro, devem estar homologados nos órgãos pagadores (Kyoto, 2012).

Este projeto conta ainda com a chave CH3 que, quando acionada reinicia o contador, indicando que a contabilização já foi realizada.

No estágio de transferência automática, via comunicação serial, depois de feita a transferência dos dados do contador, e o receptor informar que a transmissão foi concluída, automaticamente o contador é reinicializado.

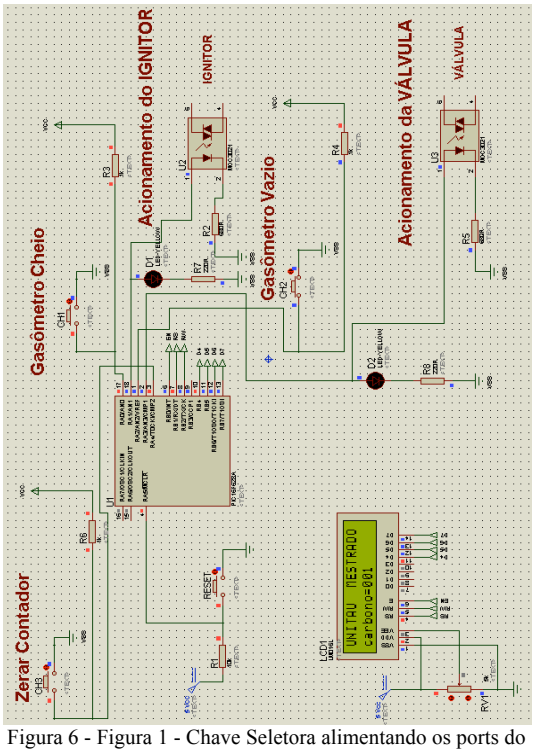


Figura 6 - Figura 1 - Chave Seletora alimentando os ports do Microcontrolador

III. CIRCUITO TESTADO

A Figura 7 apresenta a montagem da unidade de controle, demonstrando a simplicidade do circuito, mesmo em protoboard. O display apresenta a contabilização dos créditos de carbono, que inicialmente é zero. Não foram montados os fotoacopladores que foram substituídos pelos LEDs identificadores.

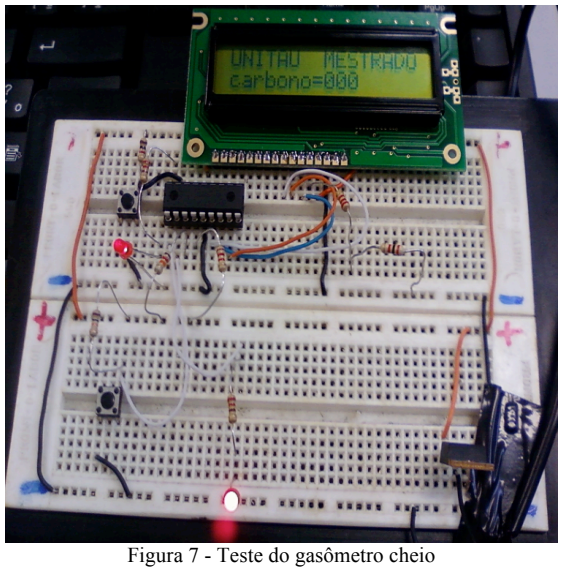


Figura 7 - Teste do gasômetro cheio

A Figura 8 apresenta o diagrama de fluxo do programa implementado, destacando a função de leitura das chaves magnéticas, que recebem uma filtragem de software, para eliminar o efeito das ondulações do copo móvel do gasômetro, equivalente ao efeito de repiques de contatos mecânicos. O algoritmo utilizado foi o de igualdade consecutiva, em função dos tempos envolvidos no processo (Dotta, 1981).

ISSN 1809-3957

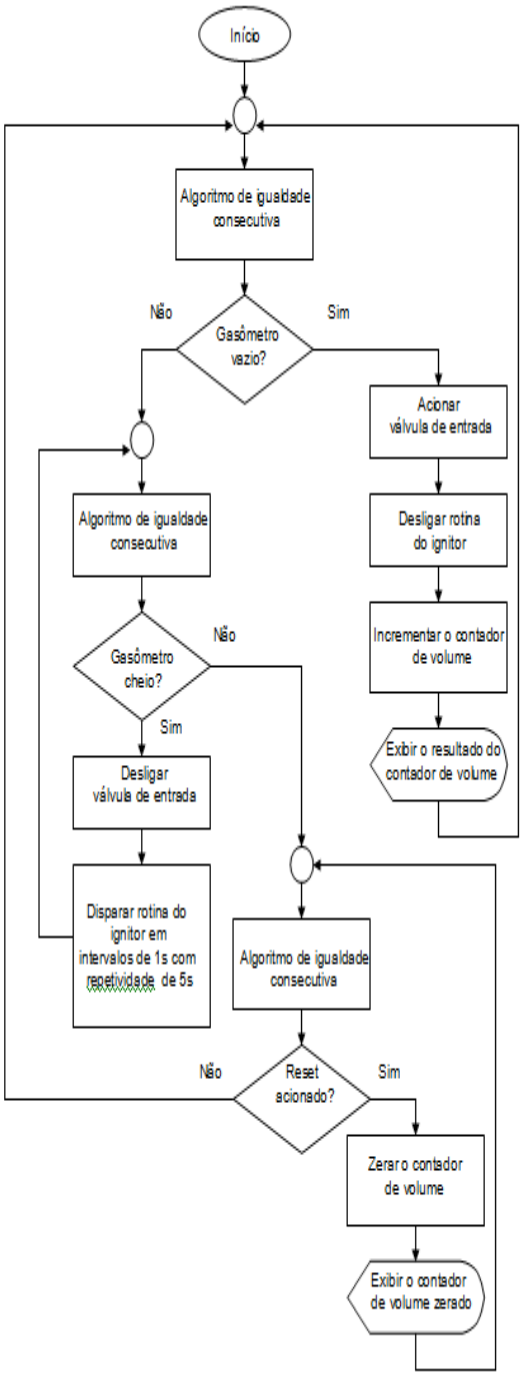


Figura 8 - Diagrama de fluxo do programa

IV. CONCLUSÃO

A proposta de utilização de um único microcontrolador para realizar todas as funções de um sistema Queimador Registrador de Baixas Vazões de Biogás foi alcançada com sucesso, mantendo o sistema confiável e com custo ainda mais reduzido.

As funções de histerese bem como os controles de acionamento da válvula de biogás e do acionamento periódico do gerador de faísca foram realizadas, permitindo a contabilização do volume queimado, possibilitando a obtenção de créditos de carbono.

A proposta de instalação em mini-estações de tratamento de esgoto foi reforçada, a custos ainda mais reduzidos, podendo vir a popularizar o sistema, contribuindo substancialmente para redução do efeito estufa.

Dentro da família do microcontrolador utilizada na fase de desenvolvimento, existem alguns mais baratos e com menor número de pinos que, em produção em escala, podem usar as versões para montagem em superfície, reduzindo substancialmente a área do produto final.

Durante a queima, com a válvula totalmente aberta, a vazão do biogás é constante, e o gasômetro esvazia-se sempre no mesmo tempo. Isso permite que a chave inferior, que detecta o gasômetro vazio, possa ser substituída por um contador de tempo, garantido sempre um volume mínimo de queima. Essa solução reduz ainda mais a montagem do sistema, não representando alteração alguma na placa de controle, além de uma nova programação.

V. REFERÊNCIAS

CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa: Biogás e o mercado de crédito de carbono. 2008. Disponível em: http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/notatecnica_viii.pdf. Acesso em 20/09/12.

DOTTA Jr., Flávio Moysés, Sistema Automático de Tarifação Telefônica, Dissertação de Mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil, 165p, 1981.

GARCILASSO, V. P. Geração de Energia com Biogás do Tratamento de Efluentes. COBEE - 7º. Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e ExpoEficiência. 2010. Centro de Convenções do Novotel Center Norte. São Paulo. Junho de 2010.

GODOY JR., E.; José Rui Camargo; Marcelino, M.A. ; José Luz Silveira . Development of a burner to measure biogas generation. In: J.W.S. Longhurst - University of the West of England, UK & C.A. Brebbia - Wessex Institute of Technology, UK. (Org.). AIR POLLUTION. AIR POLLUTION. 1ed.Southampton, Boston: WIT Press, 2012.

KYOTO Protocol - United Nations. Disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/3145.php. Acesso em: 20/09/12.

MARCELINO, Marcio Abud ; GODOY JR., E. . Sistema Armazenador e Queimador Automático com Registro de Volume de Biogás Queimado (PI 0902381-0). Revista da Propriedade Industrial, v. 2095, 2011.

VI. COPYRIGHT

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

VII. AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o financiamento parcial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

ISSN 1809-3957

RECICLAGEM DE ÓLEO DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

TATIANA APARECIDA ROSA DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, INSTITUTO DE QUÍMICA
tatyqui2@)yahoo.com.br

Resumo - O aumento das preocupações com os impactos ambientais, o preço crescente dos produtos do petróleo, juntamente com a depleção dos combustíveis fósseis tem levado a busca de fontes alternativas aos combustíveis fósseis para garantir energia ambientalmente correta no futuro. Este artigo apresenta o reaproveitamento de óleo de fritura para a produção de biodiesel através da transesterificação em meio básico. A expectativa é que o país seja um dos principais produtores e consumidores de biocombustíveis do mundo, haja vista a capacidade já demonstrada na fabricação e utilização do etanol e o grande aumento do número de unidades de produção de biodiesel, além do grande incentivo governamental existente. Então, a produção de biodiesel utilizando como matéria-prima um resíduo é ambientalmente correta, pois minimiza os impactos causados pelo descarte irregular de óleo residual, e ainda reduz o custo de produção. Neste sentido este artigo propõe a produção do biodiesel, sua caracterização físico-química e análise térmica, onde os valores encontrados e as análises comprovam a conversão em ésteres alquílicos e mostram a adequação do biodiesel nos padrões exigidos.

Palavras-chave: Reciclagem de Óleo. Biodiesel. Análise Termogravimétrica.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a procura por combustíveis renováveis tem aumentado muito, seja pelo crescente preço do petróleo ou pela preocupação com o meio ambiente, devido às mudanças climáticas induzidas pelo uso de combustíveis fósseis, tornando as fontes renováveis de energia extremamente importantes [1,2].

A Figura 1 apresenta a projeção de demanda mundial de energia em um futuro próximo indicando que há uma necessidade urgente de encontrar novas fontes de energias renováveis para garantir a segurança energética no mundo [3].

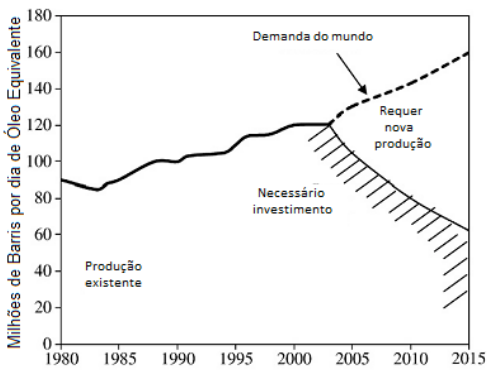


Figura 1. Projeção da demanda energética mundial até 2015 [3].

Neste contexto, o biodiesel assume um papel de destaque, principalmente no Brasil, apresentando vantagens econômicas, sociais e ambientais. Em termos econômicos, a vantagem da rota etílica em relação à metílica para a produção de biodiesel é a oferta do álcool etílico em todo território nacional, possibilitando com isso custos diferenciados de fretes para o abastecimento do etanol.

No Brasil, a ANP por meio do Regulamento Técnico n° 07/2008, define o biodiesel como sendo um "combustível composto de alquil ésteres de ácidos graxos oriundos de óleos vegetais ou gorduras animais, designado por B100 (biodiesel puro)" [4]. Há um consumo cerca de 40 bilhões de litros de diesel por ano, o potencial para o mercado de biodiesel é de 800 milhões de litros, tendo a capacidade para consumir 2 bilhões de litros anuais até 2013. Para o Brasil, além de reduzir a dependência em relação ao petróleo, a produção do biocombustível fortalece o agro negócio e cria um novo mercado para óleos vegetais e gorduras animais [5].

No campo ambiental, apesar do aumento da emissão dos compostos nitrogenados, o biodiesel proporciona a redução de poluentes como materiais particulados, monóxido de carbono, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (compostos cancerígenos) e óxidos de enxofre em relação ao diesel do petróleo. O papel do biodiesel é trazer benefícios, contribuindo ainda para a longevidade e eficiência dos motores a diesel, atendendo a mercados que requisitem um combustível mais limpo e seguro [6].

Estima-se que 70 a 95% do custo de produção do biodiesel resultem de suas matérias-primas. Neste sentido, a utilização de óleo vegetal usado em frituras pode ser uma alternativa de redução de custos. Assim, a redução do custo da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel torna-se essencial. Matérias-primas baratas como óleos e gorduras residuais têm atraído a atenção de produtores de biodiesel devido ao seu baixo custo [7].

A reciclagem do óleo de fritura como biocombustível não somente retiraria um composto indesejado do meio ambiente, mas também permitiria a geração de uma fonte de energia alternativa, renovável e menos poluente, constituindo-se, assim, em um forte apelo ambiental [8]. Segundo a Oil World, o Brasil produz 9 bilhões de litros de óleos vegetais por ano. Desse volume produzido, 1/3 vai para óleos comestíveis. O consumo per capita fica em torno de 20 litros/ano, o que resulta em uma produção de 3 bilhões de litros de óleos por ano no país. Mais de 200 milhões de litros de óleos usados por mês vai para os rios e lagos comprometendo o meio ambiente [5].

ISSN 1809-3957

Os óleos descartados são encaminhados para rede de esgoto, lixões, aterros sanitários, solos e cursos d'água. Apenas um litro de óleo é capaz de esgotar o oxigênio de até 20 mil litros de água, formando, em poucos dias, uma fina camada sobre uma superfície de 100 m^2, o que bloqueia a passagem de ar e luz, impedindo a respiração e a fotossíntese. Sem contar que a presença de óleo eleva o custo do tratamento de água em até 45% [9].

O uso deste resíduo como biocombustível, também se apresenta em números incipientes no Brasil, sendo que apenas algumas cidades realizam algum tipo de coleta e aproveitamento deste resíduo para fins energéticos. É latente a necessidade de uma ampla conscientização tanto da população quanto dos empresários para a questão.

No processo de fritura, o alimento é submerso em óleo quente na presença de ar, e assim, é exposto à oxidação interagindo com uma série de agentes que (ar, água, alta temperatura e componentes dos alimentos que estão sendo fritos) causam degradações em sua estrutura. Devido às transformações que os óleos vegetais sofrem durante a cocção de alimentos, suas propriedades físico-químicas são alteradas, o que pode influenciar nas reações químicas de conversão de triacilglicerídeos em ésteres (biodiesel) e modificar a qualidade do combustível [10].

Na literatura, alguns processos de produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e sebo animal são descritos, tais como a transesterificação alcalina, esterificação ácida e a tecnologia de craqueamento [11-13]. A reação de transesterificação, Figura 2, também conhecida como alcoólise é a reação de óleo ou gordura vegetal com um álcool para formar ésteres e glicerol. Para completar uma reação de transesterificação, estequiometricamente, é necessário uma razão molar de 3:1 de álcool para os triglicérideos.

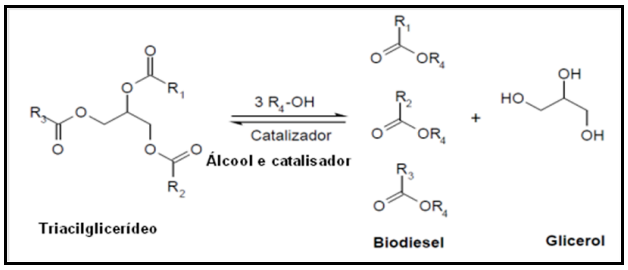


Figura 2. Reação de transesterificação dos triglicerídeos com alcoóis [14].

A especificação do biodiesel destina-se a garantir a sua qualidade e é pressuposto para ter um produto adequado ao uso. Os focos principais da especificação do biocombustível são: assegurar a qualidade; garantir os direitos do consumidor e preservar o meio ambiente. O biodiesel só será efetivamente vendido aos consumidores, se os postos de combustíveis atenderem a essas especificações técnicas exigidas pela norma brasileira (Resolução ANP n° 42/04).

Análise térmica é um termo que abrange um grupo de técnicas nas quais uma propriedade física ou química de uma substância, ou de seus produtos de reação, é monitorada em função do tempo ou temperatura, enquanto a temperatura da amostra, sob uma atmosfera específica, é submetida a uma programação controlada [15]. A termogravimetria é uma técnica que avalia a mudança de massa de uma substância em função de um aumento de temperatura relacionada com a estabilidade térmica, volatilidade e/ou degradação térmica do produto.

O presente trabalho tem por objetivo a produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura utilizando a reação de transesterificação através da catálise básica. A caracterização físico-química e análise termogravimétrica, que influenciam diretamente na qualidade do biodiesel, também foram determinadas.

II. PROCEDIMENTOS

Produção do Biodiesel

O biodiesel etílico (BER) e metílico (BMR) foi obtido através da reação de transesterificação alcalina, utilizado óleo residual de fritura obtido de um restaurante local. A condição reacional foi: razão molar álcool: óleo de 7:1, 1.7% em massa de hidróxido de potássio, temperatura de 40 ^oC e tempo de reação de 1 hora. Em seguida a mistura foi transferida para um funil de decantação a fim de separar a mistura, mantendo em decantação por 60 minutos. A fase superior foi lavada com 6 alíquotas de água destilada a 85°C, sendo o total destas correspondentes a 30% do volume do biodiesel produzido. O biodiesel foi seco à pressão reduzida na temperatura de 80 ^oC.

Caracterização Físico-Química e Análise Térmica

As propriedades de índice de acidez e peróxido foram determinadas de acordo com as normas da American Oil Chemists Society (AOCS) [16]. A umidade foi determinada segundo norma ASTM D-6304, utilizando-se titulador coulométrico de Karl Fischer modelo 831 KF. A estabilidade oxidativa foi analisada pelo método EN 14112, utilizando-se um equipamento Rancimat 743. A massa específica foi determinada de acordo com a norma ASTM D-4052, correspondente à norma ABNT NBR 14065, com densímetro DA-500-Kyoto. A viscosidade cinemática a 40 ºC foi determinada conforme normas ASTM D-445 e ASTM 446.

As curvas de TGA (Análise Termogravimétrica) e DTA (Análise Térmica Diferencial) foram obtidas em um DTG-60 da Shimadzu, usando panelas de alumínio. Os experimentos foram realizados a uma taxa de aquecimento de 10 °C min^{-1}, com um fluxo de gás nitrogênio (N_2) de 110 mL min^{-1}. A perda de massa foi registrada num intervalo de temperatura de 28-600 ºC. O porta amostras (panela) utilizado para a amostra foi de alumínio sendo o de referência composta de alumina, com uma massa de 12,03 mg.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Produção do Biodiesel de Óleo Residual

Para uma melhor visualização da reação executada, a Figura 3 apresenta fotos ilustrativas das etapas de transesterificação e purificação do biodiesel de óleo residual, onde se observa a decantação e separação das fases biodiesel/glicerol e a separação das fases biodiesel/água. É nítida a conversão em ésteres metílicos devido à diferente coloração com relação ao óleo residual que é escuro, devido ao alto grau de oxidação e impureza, e devido à diminuição da viscosidade do produto obtido.

ISSN 1809-3957

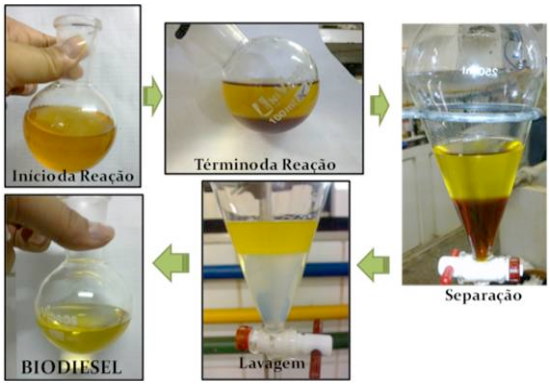


Figura3. Processo de produção do biodiesel de óleo residual.

Propriedades Físico-Químicas do Óleo e dos biodieseis obtidos na transesterificação alcalina

Os valores encontrados para as propriedades determinadas estão na Tabela 1. A caracterização do biodiesel após a reação é de fundamental importância para determinar se está dentro das especificações da ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível) [17], sendo possível a comercialização do biocombustível. As análises efetuadas possibilitam verificar que o processo de produção para o biodiesel a partir desta fonte é viável e atende as especificações.

Durante o aquecimento do óleo no processo de fritura, ocorre uma série de reações químicas. A umidade do óleo é oriunda do próprio alimento, e conduz a alterações hidrolíticas. O oxigênio que entra em contato com o óleo a partir de sua superfície e desencadeia alterações oxidativas e a alta temperatura causa alterações térmicas levando polimerização, que se enquadram nas alterações oxidativas. No processo de fritura contínua, ocorre a hidrólise, que é responsável pela formação de ácidos graxos livres que faz com que a acidez do óleo seja superior a 0,3 mg KOH g-1 especificado pela ANVISA [18].

A degradação do óleo de fritura faz com que aumente o número de insaturações na cadeia carbônica dos constituintes, tornando a estrutura passível de oxidação pelo iodo [19], apresentando um valor de índice de peróxido maior que do biodiesel, e estabilidade oxidativa menor do que 6 horas. Apesar de não ser um requisito de análise de combustíveis o índice de peróxido vêm se mostrando um objeto de estudo interessante, pois se observa o aumento do índice de peróxido com o passar do período de estocagem [20].

A presença de água e de ácidos graxos livres pode desencadear um processo oxidativo do combustível, sendo responsável pela corrosão de partes internas do motor e formação incrustações. O teor de umidade está diretamente relacionado ao índice de acidez, uma vez a quantidade em excesso de água no óleo propicia a hidrólise.

As propriedades fluidodinâmicas de um combustível, importantes no que diz respeito ao funcionamento de motores por compressão (motores diesel), são a viscosidade e a densidade, elas exercem grande influência na circulação e injeção do combustível [21]. A conversão do óleo em ésteres alquílicos causa uma diminuição da densidade e redução drástica da viscosidade.

Tabela 1. Algumas propriedades físico-químicas do óleo e dos biodieseis obtidos, onde BMR representa o biodiesel metílico residual.

Propriedade	Unidades	OR	BMR	BER	ANP
Acidez	**mg KOH g^{-1}**	2,7	0,3	0,4	Máx 0,5
Peróxido	**meq·kg^{-1}**	14,2	3,0	4,4	----
Umidade	**mg·kg^{-1}**	1200	149	195	Máx 500
Estabilidade Oxidativa	**horas**	4,3	6,4	7,2	Mín 6
Massa Específica	**kg·m^{-3}**	923,4	880,7	877,1	850-900
Viscosidade	**mm^2·s^{-1}**	43,0	4,1	4,7	3,0 - 6,0

Análise Térmica

A análise térmica não é um parâmetro proposto pelas recomendações da ANP, no entanto também é uma análise importante que mostra o comportamento do biodiesel frente ao aquecimento.

A análise termogravimetrica (TGA) avalia as mudanças de massa em função da temperatura, devido à interação com a atmosfera, vaporização e decomposição. Já a análise térmica diferencial (DTA) é uma técnica na qual a diferença de temperatura entre uma substância e um material de referência é medida em função da temperatura enquanto a substância e o material de referência são submetidos a uma programação controlada de temperatura, sendo possível associar processos físicos e químicos envolvendo variação de energia [15].

Nas Figuras 4-6 estão apresentadas as curvas de TGA e DTA para o óleo e o biodiesel.

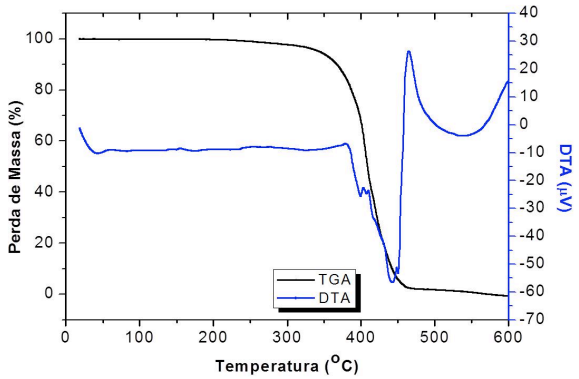


Figura 4. Gráfico da TGA e DTA para o óleo residual.

ISSN 1809-3957

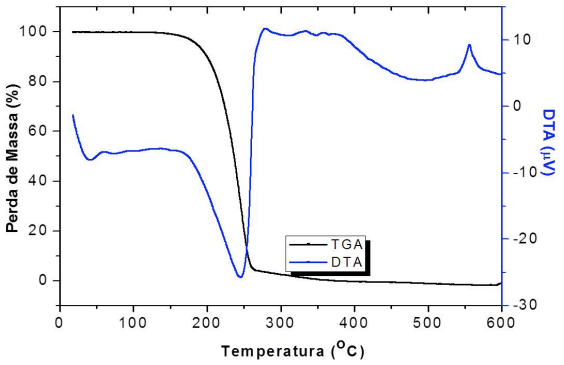


Figura 5. Gráfico da TGA e DTA para o biodiesel metílico.

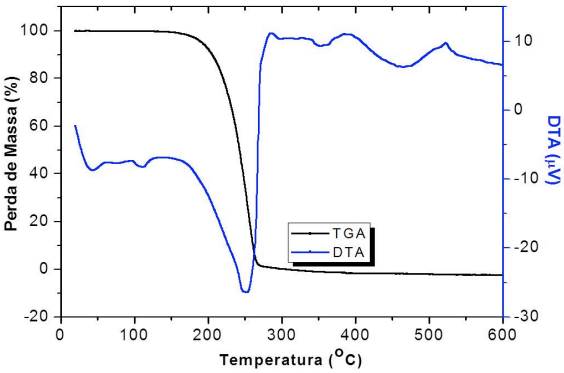


Figura 6. Gráfico da TGA e DTA para o biodiesel etílico.

As análises das curvas de TGA revelam o pico da decomposição do: óleo residual em 406 °C com perda de 54% de massa; do biodiesel metílico em 245 °C com perda de 31% de massa e do biodiesel etílico em 252 °C com perda de 30% de massa. Ambos os biodieseis tiveram perda total de massa abaixo de 400 °C, enquanto o óleo por ser constituído de moléculas maiores apresentou decomposição total acima dessa temperatura, esta característica é um parâmetro importante que indica a conversão total em biodiesel .

A análise da curva de DTA nos mostra comportamento de um processo qualitativo demonstrando o tipo de reação que ocorre durante o processo térmico. Os picos endotérmicos demonstrados pela DTA revelam os processos de volatilização dos componentes do biodiesel e a perda de compostos voláteis formados pelo processo de oxidação do biodiesel. A transição endotérmica está em função do processo de absorção de energia devido à reestruturação das moléculas dos ésteres alquílicos durante o processo de decomposição. Já os picos exotérmicos estão relacionados com a decomposição da amostra registrada pela perda de massa da curva TGA. A transição exotérmica representa a combustão de polímeros de alto peso molecular durante o processo de decomposição.

Na curva de DTA para o óleo, Figura 4, a 470 °C tem-se um pico exotérmico evidenciado que se refere decomposição polimérica, levando a formação de uma goma [22]. Nas Figuras 5 e 6 há a presença de picos endotérmicos na DTA nas temperaturas acima descritas para perda de massa. Isso pode indicar ocorrência de formação de compostos secundários na reação térmica do biodiesel antes dos 200 ºC, como a formação de peróxidos ou hidroperóxidos. Tais compostos podem conduzir à formação de ácidos e aldeídos, ou podem reagir com outra cadeia de ácido graxo formando dímeros e polímeros através do mecanismo de iniciação, propagação e terminação [23]. As transições exotérmicas nas temperaturas mais elevadas são atribuídas ao processo de oxidação dos polímeros.

É importante salientar na curva DTA, que as variações exotérmicas entre 300 e 600 ºC são acompanhadas de perda de massa vistas pela curva da TGA. Em estudos [24] com o biodiesel etílico derivado de óleo de fritura usado analisado por termogravimetria, pôde-se observar que as curvas termoanalíticas apresentaram mais de uma transição, demonstrada pela curva DTA. Esta evidência foi atribuída à combustão de polímeros tanto de baixo peso molecular, como de alto peso moleculares formados durante o processo de análise, nas transições exotérmicas entre 280 - 600 ºC.

IV. CONCLUSÃO

A reciclagem do óleo residual de fritura para produção de biodiesel metílico e etílico é possível e viável. Possui várias vantagens tanto econômica como ambiental, pois incentiva o recolhimento de um resíduo que passa a fazer parte de um novo ciclo produtivo importante para a economia brasileira e benéfico para o meio ambiente.

Os biodieseis produzidos atendem as recomendações propostas pela ANP e pode ser comercializado em adição ao diesel. Esta caracterização físico-química é de fundamental importância mostrando a modificação das características originais do óleo depois da reação de produção do biodiesel, tais alterações influenciam na degradação do biocombustível, no sistema de injeção do combustível e pode levar a oxidação de partes internas do motor.

A análise térmica permite comprovar a conversão dos triglicerídeos em ésteres alquílicos e mostra sua importância frente à degradação e/ou volatilização da amostra, possibilitando prever a qualidade do produto frente a sua utilização.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ferrari, R. A.; Oliveira, V. S.; Scabio, A., Biodiesel de soja taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. *Química Nova* **2005,** *28* (1), 19-23.

[2] Dabdoub, m.; Bronzel, J.; Rampim, M., Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. *Química Nova* **2009,** *32* (3), 776-779.

[3] Lam, M. K.; Lee, K. T.; Mohamed, A. R., Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review. *Biotechnology Advances* **2010,** *28*, 500-518.

[4] ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - Resolução 4 de 2010. Disponível em:http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resoluções_anp/2010/fevereiro/ranp%204%20-%202010.xml?f=templates$fn=document-frame.htm$3.0$q=$x=. Acesso em 03/04/12.

[5] Ecoóleo. Disponível em: www.ecooleo.com.br. Acesso em 01/09/12.

[6] Pousa, G. P. A. G.; Santos, A. L. F.; Suarez, P. A. Z., History and policy of biodiesel in Brazil. *Energy Policy* **2007,** *35* (11), 5393-5398.

ISSN 1809-3957

[7] Encinar, J. M.; Sánchez, N.; Martínez, G.; García, L., Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content. *Bioresource Technology* **2011,** *102* (23), 10907-10914.
[8] Silva, T. A. R. Biodiesel de óleo residual: produção através da transesterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais. Doutorado, Uberlândia, 2011.
[9] Costa Neto, P. R.; Rossi, R. F. S., Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova* **2000,** *23* (4), 531-534.
[10] Jorge, N.; Soares, B. B. P.; Lunardi, V. M.; Malacrida, C. R., Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. *Química Nova* **2005,** *28* (6), 947-951.
[11] Zlatica J, P., The production of biodiesel from waste frying oils: A comparison of different purification steps. *Fuel* **2008,** *87* (17-18), 3522-3528.
[12] Sharma, Y. C.; Singh, B.; Upadhyay, S. N., Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. *Fuel* **2008,** *87* (12), 2355-2373;
[13] Atadashi, I. M.; Aroua, M. K.; Aziz, A. A., High quality biodiesel and its diesel engine application: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2010,** *14* (7), 1999-2008.
[14] Enweremadu, C. C.; Mbarawa, M. M., Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil--A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2009,** *13* (9), 2205-2224.
[15] Çayli, G.; Küsefoglu, S., Increased yields in biodiesel production from used cooking oils by a two step process: Comparison with one step process by using TGA. *Fuel Processing Technology* **2008,** *89* (2), 118-122.
[16] AOCS American Oil Chemists Society. Disponível em: http://www.aocs.org. Acesso em 19/08/12.
[17] ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução nº 7, de 19 de março de 2008. Disponível em: http://www.anp.org.br. Acesso em 01/06/2012.
[18] Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Disponível em: www.portal.anvisa.gov.br. Acesso em accessed 25/08/12.
[19] Knothe, G.; Krahl, J.; Gerpen, J. V.; Ramos, L. P., *Manuel de Biodiesel*. Blucher ed.; 2006; Vol. 1.
[20] Lôbo, I. P.; Ferreira, S. L. C.; Cruz, R. S., Biodiesel: Parâmetros de Qualidade e Métodos Analíticos. *Química Nova* **2009,** *32*, 1596-1608.
[21] Valente, O. S.; Pasa, V. M. D.; Belchior, C. R. P.; Sodré, J. R., Physical-chemical properties of waste cooking oil biodiesel and castor oil biodiesel blends. *Fuel* **2011,** *90* (4), 1700-1702.
[22] Li, F.; Larock, R. C., Synthesis, Structure and Properties of New Tung Oil – Styrene – Divinylbenzene Copolymers Prepared by Thermal Polimerization. *Biomacromolecules* **2003,** *4*, 1018 - 1025.
[23] Candeia, R. A. R., R.; Conceição, M. M.; Silva, M. C. D.; Santos, I. M G.; Souza, A. G.; Cavalcanti, E. H. S. Acompanhamento da estabilidade oxidativa do biodiesel através da calorimetria exploratória diferencial pressurizada (PDSC) durante o processo de estocagem. Disponível em: http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/armazenamento/8.pdf. Acesso em 10/07/2011.
[24] Rosenhaim, R. "Avaliação das Propriedades Fluído-dinâmicas e Estudo Cinético por Calorimetria Exploratória Diferencial Pressurizada (PDSC) de Biodiesel Etílico Derivado de Óleo de Fritura Usado". Tese de Doutorado, João Pessoa - PB, 2009.

VI. COPYRIGHT

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

RESÍDUO FERROSO DA INDÚSTRIA MINERADORA DE FOSFATADOS COMO AGREGADO MIUDO EM COMPOSITOS CIMENTICIOS

AUREO DE ALENCAR SILVA[1]; DOMINGOS SÁVIO DE RESENDE [1]; JOÃO TRAJANO DA SILVA NETO[2]; AUGUSTO CESAR DA SILVA BEZERRA[1]; ANTONIO MARIA CLARET DE GOUVEIA[3];
1 - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS;
2 - INSTITUTO FEDERAL DO SUDESTE DE MINAS GERAIS, CAMPUS SANTOS DUMMONT;
3 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
augustobezerra@des.cefetmg.br

Resumo *- Neste estudo foi investigado o comportamento mecânico de compósitos cimenticios confeccionado com a substituição do agregado miúdo quartzoso natural de rio por um resíduo ferroso com predominância de magnetita (Fe_3O_4) oriundo da extração de rochas fosfáticas (minério de apatita). O minério de apatita é usado na produção de fosfato para a fabricação de fertilizantes na Mesorregião do Alto Paranaíba e Triangulo Mineiro. O resíduo foi caracterizado fisicamente e para avaliar a utilização como agregado miúdo foram confeccionadas argamassas com substituições de 0, 25, 50, 75 e 100%, e concretos com substituições de 0, 25, 50, 100%. Os compósitos tiveram suas propriedades físicas e mecânicas avaliadas. De forma geral, as propriedades dos compósitos foram melhoradas com o aumento da substituição, principalmente no requisito resistência à compressão.*

Palavras-chave: *resíduo ferroso, indústria da mineração, compósito cimenticio.*

I. INTRODUÇÃO

A Mesorregião do Alto Paranaíba e Triangulo Mineiro, em especial, a Microrregião do Planalto de Araxá possui uma significativa concentração de mineradoras. A rocha fosfática encontrada nesta região tem uma concentração de 6,9% de apatita que é o mineral de interesse em meio há características especiais, como resistência mecânica e massa específica elevadas, além de baixa porosidade. Um resíduo de certa forma nobre para ser destinado a barragens de rejeitos. Uma das possibilidades de utilização deste resíduo é como material na indústria da construção. Com o aumento da pressão ambiental para reduzir o desperdício e poluição e reciclar tanto quanto possível, a indústria de concreto começou a adotar uma série de métodos para alcançar essas metas [1]. Concretos e argamassas mostraram-se eficientes na imobilização de resíduos industriais, até mesmo para metais pesados [2].

Yellishetty et al [3], a partir da análise de tamanho de partículas, verificou que os tamanhos de grão de 12,5 a 20 mm são adequados para utilização em concreto, o que significa que cerca de 50-60% em volume do total de resíduos da Índia é consumido. Agregados finos entre 12,5 e 4,75 milímetros pode ser utilizado como areia para obras de construção diferentes. As partículas mais finas inferiores a 4,75 milímetros podem ser utilizadas para fabricação de tijolos. Estes resíduos de minas devem ser vistos como outros minerais. A lavra acontece a céu aberto, retirando-se a parte estéril encontra-se uma faixa que possui na sua constituição óxido de titânio e depois o mineral de interesse. Este mineral passa por várias etapas de moagem e redução granulométrica até chegar à usina onde é concentrado, chegando a teores de 36% de apatita. Parte do produto que chega a usina é descartado como rejeito, este rejeito têm na sua formação vários óxidos, dentre eles, o óxido de ferro com predominância em magnetita. Este produto é levado para lagoas de decantação e amontoados causando grande impacto ambiental. Neste rejeito cerca de 70% em concentração é óxido de ferro (Fe_3O_4) proveniente das etapas de deslamagem e separação magnética. A magnetita (Fe_3O_4) é o produto obtido da separação magnética ocorrida nas usinas de concentração. Por ser um mineral pesado e denso (densidade da magnetita 5,18 kg/dm^3) com grande concentração de ferro, o rejeito é depositado em lagoas de decantação onde a água é recolhida para ser usada novamente na planta e a parte sólida é colocada em monturos a céu aberto provocando enorme preocupação devido às questões ambientais.

Acredita-se que o óxido de ferro presente neste resíduo pode apresentar recursos, e podem ser úteis como agregados para a construção de estradas, materiais de construção, e as argilas finas podem ser utilizadas para fabricação de tijolos.

A possibilidade do aproveitamento dos resíduos da indústria mineradora pode representar uma fonte promissora de exploração industrial. A utilização destes resíduos na confecção de argamassas e concretos, além de minimizar o impacto ambiental da extração de certos minerais, pode melhorar algumas propriedades do compósito, além de poupa espaço em aterro [4]. Preservar agregados naturais é uma questão de desenvolvimento sustentável para assegurar suficientes recursos para as gerações futuras [5].

II. PROCEDIMENTOS

O presente trabalho estudou o resíduo da indústria mineradora da microrregião do Planalto do Araxá. O resíduo foi coletado em uma barragem de rejeito. Este resíduo é resultado do processo de obtenção do concentrado de apatita que é matéria prima para a fabricação de fertilizantes.

ISSN 1809-3957

O resíduo foi caracterizado físico e quimicamente. A caracterização física contou com os ensaios de umidade, granulometria, módulo de finura, massa específica, massa unitária, material pulverulento, teor de argila em torrões e materiais friáveis. A caracterização química foi realizada pelos ensaios de caracterização via úmida e espectrometria de fluorescência de raios-X (EDX).

A fase experimental foi composta pela confecção, cura e ensaios laboratoriais de corpos-de-prova de argamassa e concreto com substituição da areia natural pelo resíduo da mineração. Os compósitos foram ensaiados para a determinação da absorção de água, índices de vazios, massa específica seca, massa específica saturada e resistência à compressão. Os materiais utilizados na composição dos compósitos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos materiais utilizados para confecção dos compósitos cimenticios

Materiais	Descrição	Massa específica M.E. (Kg/dm³)	Massa unitária M.U. (Kg/dm³)	Módulo de finura M.F.
Aglomerante	Cimento Portland II E 32	2,950	1,000	-
Agregado miúdo	Areia Natural	2,667	1,420	2,760
	Resíduo	4,647	2,732	2,131
Agregado graúdo	Brita 1	2,682	1,000	6,949
Água	-	-	-	-

O compósito cimenticio sem agregado graúdo foi confeccionado com o objetivo de produzir compósito sem a influência dos agregados graúdos. Para este compósito (argamassa) foram confeccionados cinco proporções de materiais com substituição do agregado miúdo natural pelo resíduo da indústria mineradora nos percentuais de 25, 50, 75 e 100% do volume do agregado miúdo. Na Tabela 2 são apresentadas as proporções dos materiais para a relação água cimento fixa (0,48) preconizada pela a ABNT (1996).

Tabela 2 - Proporção de materiais utilizados para confecção do compósito cimentício sem agregado graúdo.

Materiais	Descrição	Quantidade (g)				
		Ref.	25%	50%	75%	100%
Aglom.	CP II E 32	624,0	624,0	624,0	624,0	624,0
Agregado miúdo	Areia Natural	1872,0	1404,0	936,0	468,0	0,0
	Resíduo	0,0	828,6	1657,3	2485,9	3314,6
Água	-	300	300	300	300	300

Os compósitos cimenticios com agregado graúdo, ou seja, concretos foram confeccionados quatro proporções de materiais com substituição do agregado miúdo natural pelo resíduo da indústria mineradora nos percentuais de 25, 50 e 100% do volume do agregado miúdo. Na Tabela 3 são apresentadas as proporções dos materiais para a relação água cimento fixa 0,60.

Tabela 3 - Proporção de materiais utilizados para confecção dos concretos.

Materiais	Descrição	Quantidade (kg)			
		Ref.	25%	50%	100%
Aglomerante	CP II E 32	12,70	12,70	12,70	12,70
Agregado miúdo	Areia Natural	28,24	21,18	14,12	0,00
	Resíduo	0,00	14,32	25,14	50,37
Agregado graúdo	Brita 1	33,60	33,60	33,60	33,60
Água	-	7,60	7,60	7,60	7,60

III. RESULTADOS

Os resultados da massa especifica e unitária dos agregados miúdos são apresentados na Tabela 4. Observando os resultados apresentados é possível perceber que o agregado miúdo de resíduo apresentou massa especifica 72,4% superior ao agregado miúdo natural. O aumento da massa especifica dos agregados miúdos leva a compósitos mais densos e geralmente, mais resistentes a abrasão. Observando os resultados da massa unitária dos agregados miúdos apresentados é possível perceber que o agregado miúdo de resíduo apresentou massa unitária 77,1% superior ao agregado miúdo natural. O aumento da massa unitária dos agregados miúdos leva a maiores massas para mesmos volumes, o que pode levar a custos de transportes (frente) mais expressivos.

Tabela 4 - Massa específica e unitária dos agregados miúdos

Agregado miúdo	Areia natural	Resíduo
Massa específica (g/cm³)	2,620	4,639
Massa unitária (g/cm³)	1,542	2,732

Na Figura 1 são apresentadas as curvas granulométricas dos agregados miúdos naturais e de resíduo e verifica-se que a distribuição granulométrica dos agregados é bem similar, o que contribui para a facilidade na substituição na confecção dos compósitos e comparação dos resultados de outras propriedades.

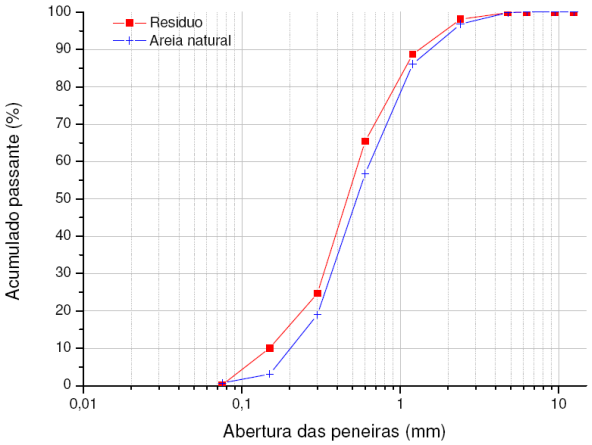


Figura 1 - Curvas granulométricas dos agregados miúdos

Na Tabela 5 são apresentados os resultados de dimensão máxima característica e material pulverulento dos agregados miúdo natural e de resíduo. Observa-se que apesar da distribuição granulométrica dos agregados serem próximas, o resultado obtido para o resíduo foi inferior.

Tabela 5 - Dimensão máxima característica e material pulverulento dos agregados miúdos

Agregado miúdo	Areia natural	Resíduo
Dimensão máx. característica (mm)	2,400	2,400
Modulo de finura	2,384	2,131
Teor de argila em torrões e materiais friáveis (%)	0,000	0,000

Na Tabela 6 é apresentada a composição química do resíduo da indústria da mineração.

Tabela 6 - Composição química do resíduo da indústria da mineração

Constituintes	P_2O_5	Fe_2O_3	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	CaO	TiO_2
%	1,55	83,39	2,10	1,46	2,62	0,29	4,02	8,81

ISSN 1809-3957

Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas imagens de grãos de resíduo da indústria mineradora com e sem predominância de Fe_3O_4 (Magnetita) realizada em estereoscópio binocular com câmera acoplada.

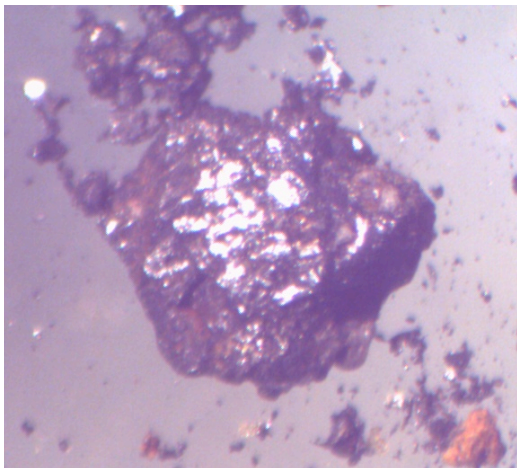


Figura 2 - Grão do resíduo da indústria mineradora com predominância de Fe_3O_4 (Magnetita)

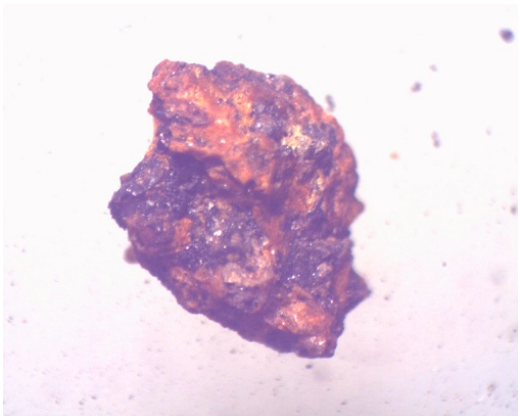


Figura 3 - Grão do resíduo da indústria mineradora sem predominância de Fe_3O_4 (Magnetita)

Na Tabela 7 são apresentadas as propriedades físicas dos compósitos cimenticios sem agregados graúdos (argamassas). Foi possível observar que as argamassas confeccionadas a partir da substituição de agregado miúdo natural por resíduo absorveu menos água. Comparando os resultados da argamassa de referência com as argamassas com substituição verificou-se que houve diminuição de até 1,5% na média. O agregado miúdo natural e o resíduo possuem granulometrias semelhantes o que se pode presumir é que as argamassas com substituição apresentam uma densidade maior, sendo este o motivo pelo qual absorveu menos água percentualmente. Com base nos resultados do índice de vazios em argamassas pode-se perceber que de maneira geral e comparando com o traço de referência as argamassas apresentaram praticamente os mesmos resultados. É possível que com uma maior densidade o número de vazios do corpo de prova tende a diminuir sendo, portanto menos porosa a argamassa. O aumento da massa especifica foi proporcional ao percentual de substituição e foi possível notar que a argamassa com um percentual de 100% de substituição do agregado natural pelo resíduo da indústria mineradora apresenta uma maior massa especifica seca em relação aos de mais e principalmente em relação a de 0% de substituição. A massa especifica seca teve um aumento da ordem de 5% em relação à massa especifica saturada, o que demonstra o processo um melhor processo de empacotamento das partículas.

Tabela 7 - Propriedades dos compósitos cimentícios sem agregado graúdo.

Propriedades	Argamassas				
	0%	25%	50%	75%	100%
Absorção de água (%)	8,00	7,61	7,04	6,15	5,78
Índice de vazios (%)	18,80	18,04	18,58	17,97	18,37
Massa específica seca (g/cm^3)	2,350	2,370	2,640	2,920	3,180
Massa específica saturada (g/cm^3)	2,540	2,550	2,830	3,100	3,360

Na Figura 4 são apresentados os valores percentuais de resistência a compressão das argamassas desenvolvidas com substituição parcial e total do agregado natural pelo resíduo em relação à argamassa sem substituição. Na figura são indicadas as médias, as medianas e os valores máximos e mínimos dos resultados obtidos, sendo a média representada pela barra retangular, a mediana pelo quadrado, e o maior e menor resultado obtido pelos traços posicionados acima e abaixo da mediana.

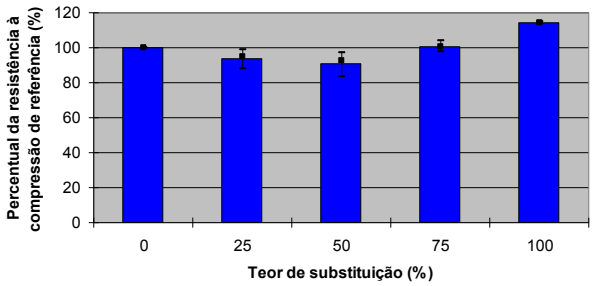


Figura 4 - Valores percentuais de resistência a compressão das argamassas

Na Tabela 8 são apresentadas as propriedades físicas dos compósitos cimenticios sem agregados graúdos (concretos). Foi possível observar que os concretos confeccionados a partir da substituição de agregado miúdo natural por resíduo absorveu mais água. Comparando os resultados do concreto de referência com os concretos com substituição verificou-se que houve um aumento de até 4,77% na média de absorção. Os índices de vazios dos concretos com substituição apresentaram um aumento de até 11,42%. O traço de concreto confeccionado com o resíduo necessitou de maior quantidade de água para se obter o abatimento em tronco de cone (slump) equivalente ao concreto de referência, o que pode explicar uma maior absorção de água e maior índice de vazios, o que levaria a uma maior quantidade de poros abertos e conseqüentemente uma maior porosidade. A presença de maior porosidade mostra que este concreto pode não ser adequado para determinados ambiente como os industriais, pois devido a porosidade fica comprometida sua durabilidade.

Tabela 7 - Propriedades dos compósitos cimentícios com agregado graúdo.

Propriedades	Concretos			
	0%	25%	50%	100%
Absorção de água (%)	2,55	7,32	7,01	6,34
Índice de vazios (%)	6,00	16,72	17,42	17,13
Massa específica seca (g/cm^3)	2,350	2,380	2,480	2,700
Massa específica saturada (g/cm^3)	2,410	2,450	2,660	2,870

Na Figura 5 são apresentados os valores percentuais de resistência à compressão dos concretos desenvolvidos com substituição parcial e total do agregado natural pelo resíduo em relação ao concreto sem substituição.

ISSN 1809-3957

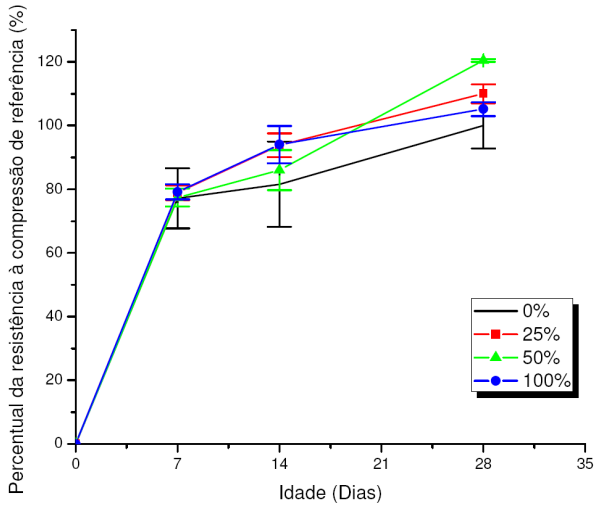


Figura 5 - Resistência à compressão relativa dos concretos confeccionados em função da idade

IV. CONCLUSÃO

O presente trabalho conclui que:

- a utilização do resíduo da indústria mineradora com predominância de magnetita substitui a areia quartzosa natural de rio na confecção de argamassas e concretos com equivalência e superioridade em alguns quesitos;

- a utilização do resíduo da indústria mineradora com predominância de magnetita possui granulometria, módulo de finura, teor de argila em torrões e materiais friáveis compatível com a utilização como agregado miúdo;

- a utilização do resíduo da indústria mineradora com predominância de magnetita contribuiu para a melhoria das propriedades mecânicas dos compósitos;

Conclui-se com este trabalho que o compósito cimentício obtido através da substituição da areia natural de rio pelo rejeito da mineração com alto teor de magnetita (óxido de ferro) apresenta características físicas equivalentes ou superiores em alguns quesitos em relação ao agregado miúdo natural. Com isso a utilização do rejeito da mineração com alto teor de magnetita (óxido de ferro) em compósitos cimentícios torna-se uma excelente opção de imobilização deste passível ambiental, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro, e bolsas disponibilizadas para a pesquisa.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Sear, L., 2005. Towards zero waste. Concrete 39 (5), 50–52.

[2] Zbigniew Giergiczny and Anna Król, 2008, Immobilization of heavy metals (Pb, Cu, Cr, Zn, Cd, Mn) in the mineral additions containing concrete composites,. Journal of Hazardous Materials 160, 247–255.

[3] Mohan Yellishetty, Vanda Karpe, E. H. Reddy, K. N. Subhash, P. G. Ranjith, 2008, Reuse of iron ore mineral wastes in civil engineering constructions: A case study. Resources, Conservation and Recycling 52, 1283–1289.

[4] Zainab Z. Ismail and Enas A. AL-Hashmi, 2008, Reuse of waste iron as a partial replacement of sand in concrete. Waste Management 28, 2048–2053.

[5] Rakshvir, M., Barai, S.V., 2006. Studies on recycled aggregates-based concrete. Waste Management & Research. 24, 225–233.

VII. COPYRIGHT

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

REVISÃO LITERÁRIA SOBRE O ESTUDO DA SUPERCONDUTIVIDADE EM LIGAS DE TITÂNIO

REGINALDO TOSHIHIRO KONATU[1]
1 – UNESP-Guaratinguetá
rtkonatu@hotmail.com

Resumo - Este artigo apresenta um revisão literária sobre pesquisas relacionadas com supercondutividade em ligas de titânio . apresenta um breve resumo da historia sobre a supercondutividade, desde Onnes em 1911 até Muller em 1986 seguido de artigos relacionados com a supercondutividade em metais, focando em ligas contendo Ti, que parte de Hake em 1961, estudando ligas de Ti-Mo, passando por Doyle que estudou monóxido de titânio em 1968 e por vaios autores que estudaram a liga de Nb-Ti na década de 90 visando a aplicação no CERN. Seria uma grande oportunidade investir em pesquisas com Nióbio, uma vez que o Brasil é o maior produtor e as pesquisas em otimização energética estão em destaque.

Palavras-chave: Supercondutividade, ligas de titânio, Nióbio

I. INTRODUÇÃO

Em um mundo aonde os recursos são escassos, economizar passa a ser uma necessidade maior do que ampliar a captação destes recursos. Com a expansão das cidades e o aumento do uso de aparelhos eletro eletrônicos, o papel que a energia apresenta para a sociedade contemporânea é de fundamental importância para manter o estilo de vida contemporâneo.

Em busca de um mundo melhor e mais limpo, as pesquisas voltam por fonte de energia limpas, mas por enquanto elas não apresentam a mesma eficiência energética das já existentes. Uma saída é a pesquisa de meios de transmitir esta energia com uma maior eficiência, para isso novos materiais devem ser pesquisados visando diminuir as perdas deste recurso.

Uma nova classe de materiais, que foi descoberta no inicio do século XX, pode ser uma das respostas para esse problema. A supercondutividade, descoberta por Onnes no ano de 1911, pode melhorar infinitamente a transferência de energia, devido a baixa resistividade oferecida. Mas, para que a resistividade chegue próxima de zero, o material deve estar abaixo de certa temperatura, sob um determinado campo magnético e com uma densidade de corrente ideal. Para que possamos ser utilizados, devem ser pesquisados materiais que tenham essas restrições mais acessíveis.

Dentre os materiais descobertos, os materiais cerâmicos são os que possuem as condições mais acessíveis, mas não podem ser utilizados em alguns casos devido as propriedades mecânicas das cerâmicas, que dependendo das aplicações não são as mais indicadas, por esse motivo pesquisam-se ligas metálicas que possam alcançar a supercondutividade em temperaturas não tão baixas e que possuam propriedades desejadas.

O titânio é pesquisado desde 1950, concentrando em pesquisas principalmente na área espacial. principal motivo dessas pesquisas são devido as propriedades físico-químicas das ligas de titânio como a relação entre a massa especifica e a resistência mecânica, resistência a corrosão, usinabilidade e ao campo de temperatura de trabalho.

O Titânio é o nono mineral mais abundante na crosta terrestre, sendo que 6% da produção mundial é produzido pelo Brasil que também é produtor outros metais e dentre eles que podem ser utilizados como elementos de liga, dentre eles estão o Nióbio, onde o Brasil é principal produtor mundial.

II. RESUMO HISTÓRICO

A supercondutividade foi descoberta em 1911, durante pesquisas realizadas pelo físico Eike K Onnes que pesquisava as propriedades das matérias a baixa temperatura e a liquefação de Helio. Essa pesquisa possibilitou o estudo das propriedades elétricas do mercúrio em baixas temperaturas tendo o primeiro contato com a supercondutividade.

Walther Meissner e Robert Ochsenfeld concluíram, em 1933, que o material supercondutor era impermeável ao magnetismo, para que isso ocorra, o material cria um campo magnético que balanceia o campo que entraria no material, efeito denominado como efeito Meissner.

No ano de 1957, três cientistas americanos, John Bardeen, Leon Cooper e Robert Schrieffer modelaram um comportamento, que se tornou o mais próximo do real. Essa teoria é chamada de teoria BSC e diz que os elétrons tendem a se concentrar e formar os pares de Cooper, e isso possibilita fluírem com menores perdas.

Os estudos com óxidos de metais iniciaram-se em 1986. Dentre os óxidos estudados estão lantânio, cobre e bário, destacando o cuprato que apresentou supercondutividade a 35 K. No ano seguinte, a supercondutividade pode ser obtida a temperatura de 90 K e a partir dai outras cerâmicas foram estudadas podendo chegar a temperatura de 130 K.

ISSN 1809-3957

Nome	Ano	Contribuição
Onnes	1911	Descoberta da supercondutividade
Meissner	1933	Impermeabilidade magnética
	1950	Divisão dos supercondutores em dois grupos
Maxwell	1957	Influencia da massa dos elementos influenciava na temperatura critica
Bardeen, Schrieffer, Cooper	1957	Teoria BSC
Bednorz, Muller	1986	Estudos com cerâmicas

III. PESQUISAS REALIZADAS

Nos anos de 1961, a influencia da concentração de molibdênio nas liga Ti-Mo de estrutura cristalina cúbica de corpo centrado foi estudada por Hake *et. al*, mostrando que a variação da proporção entre titânio e molibdênio na liga influência na sua condutividade e no efeito Hall, assim como nas propriedades mecânicas o mesmo. Para isso foi estudado as fases formadas pela liga de Ti-Mo e suas transformações de fase. As amostras da liga com diversas composições foram feitas e analisadas quanto sua resistividade elétrica, ao coeficiente de Hall e quanto a sua supercondutividade. Dentre os resultados obtidos, verificou-se que o Titânio rico em estrutura cúbica de corpo centrado e a liga Ti-Mo são supercondutora a temperatura do Helio liquido.

A relação entre vacâncias e a supercondutividade em monóxido de titânio foi estudada por Doyle *et. al* e publicada no ano de 1968. Este material foi estudado devido ao campo de fase amplo que abrange de 0,6 até 1,2% de Oxigênio e que a concentração de oxigênio pode variar a temperatura critica para a supercondutividade

Na década de 90, as pesquisas voltaram para a supercondutividade com a liga Nb-Ti. Muitos dos trabalhos estavam relacionados com a o processo de obtenção de cabos formados por um material compósito de matriz metálica de Nióbio, refocado com a liga Nióbio Titânio. Em muitos dos trabalhos, foram estudados meios de fabricar os compósitos e encontrar a proporção entre os elementos para que oferecesse as melhores propriedades de condução em função das características básicas para obter o estado de supercondutividades (temperatura critica, campo magnético e densidade de corrente).

Yamafuji *et. al* estudou a fabricação de uma vareta da liga Ni-Ti com filamentos de Nióbio em uma região central distribuídos com espaçamento uniforme, avaliadas quanto ao seu desempenho quanto a densidade de corrente e quanto ao comportamento perante a um campo magnético. Os resultados obtidos neste na parte pratica foram inferiores aos de obtidos teoricamente, mostrando necessidade de maiores estudos variando o número de filamentos.

Alguns anos mais tarde, Heussner *et. al,* avaliou diferentes barras do compósito de Nb-Ti formado com diferentes números de barras de Nb, em campos magnéticos e em densidades de correntes pré-estipuladas.

Devido ao desenvolvimento do acelerador de partículas, trabalhos foram desenvolvidos no intuito de aperfeiçoar materiais para os cabos que mais tarde seriam o acelerador de partículas. Hoang *et. al.* procurou o estudar uma liga ternaria de Nb-Ti-Ta, procurando aumentar a temperatura critica de supercondutividade e avaliar a flexibilidade dos cabos feitos com este material. Seu estudo demonstrou que o melhor desempenho foi da liga Nb-44Ti-25Ta, comparada com o Nb-47Ti. O acréscimo de Ta resultou em queda da temperatura critica, mas elevou o campo magnético, conseguindo chegar próximo as propriedades do Nb-47Ti, em alguns casos, com uma densidade de campo superior.

Rudziak *et. al.* desenvolveu uma técnica de fabricação dos compósitos de Nb e Ti. Nesta técnica, os elementos puros são depositados camada por camada, não necessitando de tratamento térmico, podem ser confeccionados em diâmetros menores e apresentam boa densidade de corrente.

IV. CONCLUSÃO

A supercondutividade é uma propriedade que pode utilizada de varias maneiras, desde o desenvolvimento de novos meios de transporte até para ajudar a otimizar o uso da energia, evitando perdas na devido a resistência do material. no entanto, sua aplicação é limitada devido as dificuldades de se atingir os parâmetros necessário para tornar o material supercondutor.

Grandes obra ou grandes problemas, podem moldar os temas das pesquisas, como visto na década de 90, as pesquisas convergiram para os cabos que seriam posteriormente utilizados no CERN. Na década atual, as preocupações voltam-se para um problema energético eminente, fazendo com que nos preocupemos em como fazer para a otimização da geração e consumo de energia.

O Brasil, como um grande produtor de Nióbio, incentivar as pesquisas com esse elemento que já provou ser interessante para a área da supercondutividade.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAKE, R.R. Eletrical Resistivity, Hall Effect And Superconductivity of Some b.c.c.Titanium-Molibidenium Alloys. Pergamon Press. 1961. vol.20

DOYLE, N. J. Vacancies and superconductivity in titanium monoxide. Physics letters. 1968. vol.26A

YAMAFUJI, K. Achievement of high current density in Nb-Ti superconducting multifilamelary wires by introducing designed artificial pins. Cryogenics.1991. vol31

HEUSSNER, R. W. Properties of Rod-Based Artificial Pinning Center Nb-Ti Superconductors. IEEE Transactions on applied superconductivity.1995. vol. 5

HOANG, G. K. Development of Nb44wt%Ti25wt%Ta based superconducting conductores for LHC magnets. IEEE Transactions on applied superconductivity.1995. vol. 5

RUDZIAK. M. K. Development of APC Nb-Ti Composite Conductors at Supercon, Inc. IEEE Transactions on applied superconductivity.1995. vol. 5

Critchlow , G.W. Review of surface pretreatments for titanium alloys. Institute of Surface Science & Technology.1995.

VI. COPYRIGHT

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

ISSN 1809-3957

ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM RESTRIÇÃO DE TRAJETO APLICADA A COLETA DE FUNCIONÁRIOS

DALVANA MATILDE TIBURCIO[1]; MARIA TERESINHA ARNS STEINER[1]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR;
dalvanatiburcio@gmail.com

Resumo - O objetivo deste estudo é estabelecer uma metodologia que possibilite resolver o problema de roteamento de veículos aplicado à coleta de funcionários, de forma sistemática e eficaz. O método proposto se utiliza da imposição de um custo máximo associado ao transporte, representado pela distância percorrida ou pelo tempo de trajeto, como fator de construção das rotas. Abordou-se o problema sobre duas modalidades de coleta dos funcionários: diretamente nas residências ou agrupados em pontos pré-determinados. Para confirmação de viabilidade, aplicou-se o método a dois grupos de dados, um com 68 pontos e outro com 465 pontos. Os resultados obtidos são viáveis e apontam que a coleta com agrupamento reduz os custos de transporte, sendo mais evidente para o grupo mais volumoso, onde houve redução de 26% na distância total percorrida.

Palavras-chave: PRV. Roteamento de veículos. Otimização de rotas.

I. INTRODUÇÃO

O crescimento dos centros urbanos e a expansão das atividades econômicas tem tornado as questões de transporte um desafio a se trabalhar. Este é um dos motivos pelos quais o Problema de Roteamento de Veículos (PRV) tem sido amplamente explorado na literatura no contexto de Pesquisa Operacional. Esse problema possui várias aplicações, dentre as quais estão a roteirização de leituristas, coleta de resíduos, patrulhamento e transporte de pessoas. Nesta última está o foco deste trabalho, sendo o transporte aplicado ao transporte de funcionários de empresas.

A roteirização dos veículos para coleta de funcionários é comumente realizada baseada no conhecimento tácito do responsável por esta tarefa. Ter uma forma sistemática para realizar a roteirização é importante, pois além do ganho com a redução de tempo de trabalho despendido para esta função, torna possível a delegação desta tarefa.

Diversos motivos justificam otimizar uma roteirização, que permite, sobretudo, gerir melhor os recursos disponíveis. Dentre outros benefícios de uma roteirização eficaz, pode-se citar a redução da quantidade de veículos utilizados, com cada um deles perfazendo a sequência otimizada de paradas, ambos os fatores contribuindo para a redução dos custos de transporte, da emissão de poluentes e do desgaste da frota.

Assim, o objetivo deste trabalho é propor um modelo que realize a roteirização de veículos de forma sistemática e eficaz, transportando os funcionários dentro das premissas de transporte da empresa.

II. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Diversas empresas oferecem o benefício do transporte fretado para os funcionários, sendo parte do custo descontado dos funcionários e o restante subsidiado pela empresa. Alguns fatores devem ser observados quando se estabelece a roteirização deste transporte, como oferecer acomodações para todos os transportados e, caso existam portadores de necessidades especiais tal como cadeirantes, assegurar que estes tenham um transporte adequado. O local para embarque e desembarque dos funcionários na empresa deve ser adequado, principalmente quando a empresa é de grande porte e necessita de vários veículos para esta tarefa. A frota para o transporte deve ser adequada à quantidade de funcionários a serem transportados, podendo variar em capacidade de lugares e quantidade de veículos de cada tipo.

Outros fatores dizem respeito à preconização de cada empresa, como estabelecer um tempo máximo que os funcionários devem permanecer no trajeto transportado ou a forma como estes funcionários são coletados, podendo ser coletados diretamente em suas residências ou em pontos pré-estabelecidos. Neste último caso, é interessante estipular uma distância máxima que este ponto deve estar da residência.

A estrutura viária utilizada para o transporte deve ser observada. Pode haver ganho de tempo quando é possível utilizar vias rápidas, rodovias e anéis viários. Em situações menos comuns, pode ocorrer de ser necessário realizar travessia aquática ou passar por cruzamentos férreos. Como a estrutura das cidades está sempre sofrendo reestruturação, mesmo após a roteirização estabelecida deve-se obervar mudanças de sentidos das vias e novas opções de vias com asfalto.

II.a. TRABALHOS CORRELATOS

O PRV é um dos problemas da área de Pesquisa Operacional que é explorado em muitos trabalhos acadêmicos, com aplicações diversas. Alguns exemplos são: a roteirização do serviço de entregas de correspondências, tema de estudo de Costa *et.al.* (2001), a definição do roteiro de visitas de gerente de banco, desenvolvido em Cunha (2003), e roteirização da coleta de resíduos sólidos domiciliares, assunto abordado por Detofeno e Steiner (2010).

Tantos outros trabalhos citam o PRV aplicado ao transporte de alunos e funcionários, sendo a principal diferença entre ambos de que no transporte de alunos a coleta é realizada sempre nas residências, por questões de segurança, e na coleta de funcionários, por tratar-se de

ISSN 1809-3957

adultos, podem-se estabelecer pontos para esta coleta. Como exemplo, citam-se os trabalhos com aplicação ao transporte escolar desenvolvido por Souza (1997), que utiliza Programação Inteira, inserção de Clarke and Wright e otimização 2-opt e 3-opt para a roteirização, o estudo de Steiner *et.al.* (2000), que utiliza uma abordagem similar a este último, porém com frota limitada e capacidade variável, e Spasovic (2001), que soluciona o problema utilizando-se do software Router, de uma heurística de economia de tempo e um método de varredura, com resultados muito próximos em termos de custo operacional de roteirização.

Rodrigues (2007) soluciona o PRV aplicada à coleta de funcionários da Hidrelétrica Itaipu Binacional, coletados em pontos pré-determinados, utilizando os algoritmos das p-medianas de Teitz e Bart, de designação de Gillett e Johnson e construção das rotas com o algoritmo de Colônia de Formigas. Uma abordagem similar permitiu a Goto (2008) aplicar o PRV para coleta de funcionários em uma empresa em Curitiba, sendo a coleta feita diretamente nas residências e utilizando o algoritmo de Inserção do Vizinho mais Próximo para obter a sequencia de ponto de parada.

II.b. LEVANTAMENTO DE DADOS

Para a melhor exploração do assunto, utilizou-se dos dados da empresa aqui chamada de ABC, cujos mesmo dados foram utilizados em Goto (2008). Esta empresa localiza-se na capital paranaense e possui funcionários residentes em Curitiba e Região Metropolitana. Por ocasião da pesquisa, a empresa contava com 2.268 funcionários divididos em quatro turnos de trabalho, sendo que 1.515 utilizavam do transporte coletivo para se locomoverem até o trabalho. Dois grupos de dados são utilizados como exemplo: Grupo A, com 68 funcionários (turno administrativo) e Grupo B, com 465 funcionários (primeiro turno operacional). Cada funcionário é tratado como um ponto de demanda de transporte. As figuras 1 e 2 mostram respectivamente a distribuição dos pontos dos grupos A e B no mapa, obtido com o auxílio do Google Mapas.

Para tratar as restrições de transporte determinada pela empresa, obteve-se, para o Grupo A, uma matriz de tempo estimado de trajeto e a distância estimada entre cada par de pontos. Estes dados também são obtidos com o auxílio do Google Mapas.

Dos valores obtidos das matrizes, verifica-se que a velocidade média de deslocamento utilizada na região estudada é de 40 km/h. Observou-se também que, a partir da comparação da matriz de distâncias euclidianas para o Grupo A e a matriz de distâncias reais estimadas, tem-se a relação média de que a distância euclidiana corresponde a 65% da distância real percorrida (TIBURCIO, 2012).

II.c. RESTRIÇÕES DO PROBLEMA

O problema é abordado em Tiburcio (2012) com duas modalidades de coleta dos funcionários. A primeira, denominada de Modelo 1, realiza a coleta dos funcionários diretamente em suas residências. A segunda realiza a coleta dos funcionários em pontos pré-determinados, cujo processo está descrito no Modelo 2. Utiliza-se arbitrariamente como sendo 700 metros a distância máxima permitida entre a residência e o ponto de parada.

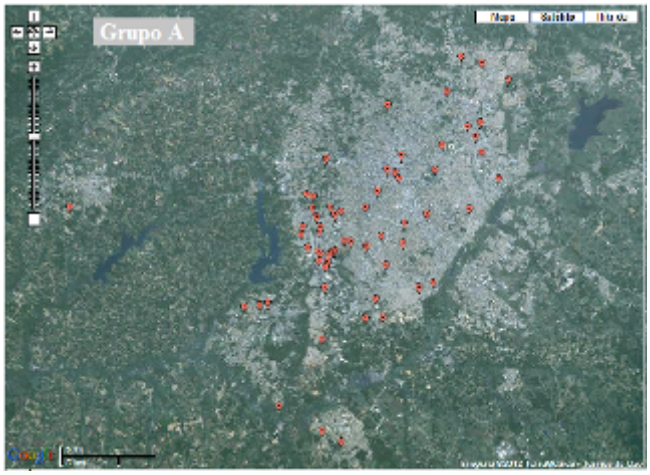


Figura 1 - Localização dos pontos do grupo A. Fonte: Tiburcio (2012).

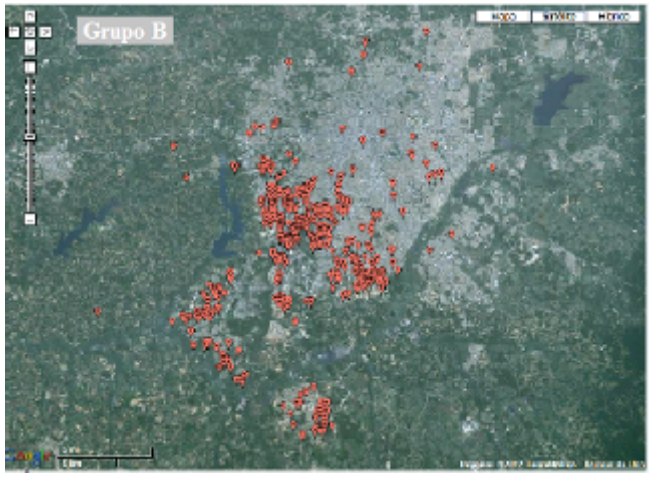


Figura 2 - Localização dos pontos do grupo B. Fonte: Tiburcio (2012).

Independente da modalidade de coleta escolhida, o trajeto máximo de cada rota não deve ultrapassar o tempo máximo de 1,5 hora, sendo esta uma preconização da empresa pelo bem estar de seus funcionários. Como obter a distância euclidiana requer menos recursos computacionais do que obter o tempo estimado entre os pontos. Esta restrição da empresa de tempo máximo de trajeto pode ser convertida para distância máxima de trajeto, já que com 1,5 hora pode-se percorrer 60 quilômetros a 40 km/h, velocidade média nesta região. Por outro lado, os 60 quilômetros reais percorridos podem ser aproximados para 39 quilômetros (65% de 60 km), quando se analisa a distância euclidiana. Desta forma, tem-se que a restrição de tempo de 1,5 hora de trajeto é análoga a restrição de distância euclidiana de 39 quilômetros.

A restrição relacionada à frota fica por conta da capacidade dos veículos. Supõe-se que a frota é uniforme, composta de ônibus padrão viagem com 44 lugares disponíveis, não havendo quantidade máxima de veículos a serem utilizados. Não se impõe nenhuma restrição quanto à estrutura da malha viária, nem havia nenhum funcionário que necessitasse de transporte especial.

III. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO

Comumente, o problema de PRV é solucionado definindo-se quantos veículos p devem ser necessários,

ISSN 1809-3957

utilizado algum algoritmo para definir p-medianas, procedendo com o agrupamento em torno das medianas encontradas e com a roteirização em cada grupo de pontos. Por vezes, se utiliza de algum procedimento de melhoria nas rotas obtidas. Ao utilizarmos este procedimento corre-se o risco de, ao final, encontrar soluções de rotas que não atendam às restrições impostas, como distância máxima percorrida. Nestes casos, é necessário recomeçar a roteirização desde o início, incluindo ao menos um veículo a mais.

Para evitar este inconveniente, propõe-se a utilização de um modelo que defina a quantidade de veículos necessários enquanto constroem-se as rotas, guiando-se pelas restrições de roteirização impostas ao problema.

O modelo encontrado se compõe dos procedimentos, em sequência, de construção e otimização das rotas obtidas. Caso se utilize da coleta os funcionários em pontos pré-determinados, o procedimento de agrupamento dos funcionários deve ser realizado como passo inicial, seguido então da construção e otimização das rotas. Estes procedimentos estão explanados a seguir.

III.a. CONSTRUÇÃO DAS ROTAS

O processo de construção das rotas é realizado em duas etapas. A primeira refere-se à inicialização da rota de um veículo e a segunda à construção da rota pela inserção de novos pontos de parada à rota já existente, enquanto for possível.

Sempre que um novo veículo se fizer necessário, propõe-se inicializar sua rota partindo-se do ponto não roteirizado mais distante do ponto de destino, ou seja, o ponto da empresa (PE). A partir disto, inicializa-se a etapa de inserção de pontos na rota já existente, enquanto for possível encontrar pontos que possam ser inseridos respeitando as restrições importas à rota ou até que todos os pontos estejam roteirizados. Os pontos para inserção são escolhidos de forma que a inserção seja a mais econômica, ou seja, o ponto escolhido deve satisfazer três condições: (1) ser um ponto não roteirizado; (2) dentre todos os demais pontos possíveis, a sua inserção na rota em alguma sequência de parada deve ser a mínima dentre as sequências possíveis e (3) a inserção deste ponto deve respeitar as restrições impostas à construção da rota, como a capacidade máxima do veículo, custo máximo associado à rota e outras, se houverem.

A roteirização sempre se inicia com um veículo novo, onde é realizada a inicialização da rota, passando ao processo de construção da rota enquanto houver pontos não roteirizados e for possível incluir novos pontos na rota existente. Ao não ser mais possível incluir pontos devido às restrições do problema e ainda houver pontos não roteirizados, procede-se com a inicialização e construção da rota de um novo veículo, se houver veículos disponíveis, até que todos os pontos estejam roteirizados. Se no decorrer deste processo não houver mais veículos disponíveis e ainda existirem pontos a serem roteirizados, o problema é considerado inviável.

III.b. OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS

Após a roteirização de todos os pontos, procede-se com a otimização das rotas obtidas.

Para a otimização da rota de cada veículo, propõe-se utilizar o procedimento 2-opt, que testa para todos os pares de pontos disponíveis, se há alguma troca que possa ser realizada e que reduza o custo da rota, realizando esta troca em caso positivo.

A otimização entre pares de rotas é realizada a partir de dois procedimentos. O primeiro, chamado de movimento inter-rota de intercâmbio, realiza, para todos os pares de rotas, uma busca entre todas as combinações possíveis de dois pontos, um de cada rota, cuja troca de rotas produza uma redução no custo total destas rotas. O segundo, chamado de movimento inter-rota de realocação, testa, para todos os pares de rota, se ao excluir um ponto de uma das rotas e inseri-lo na outra rota, o custo total é reduzido. Em caso positivo, a troca é realizada. A Figura 3, a seguir, ilustra estes procedimentos de otimização para o caso de rotas cíclicas, sem perda de generalidade.

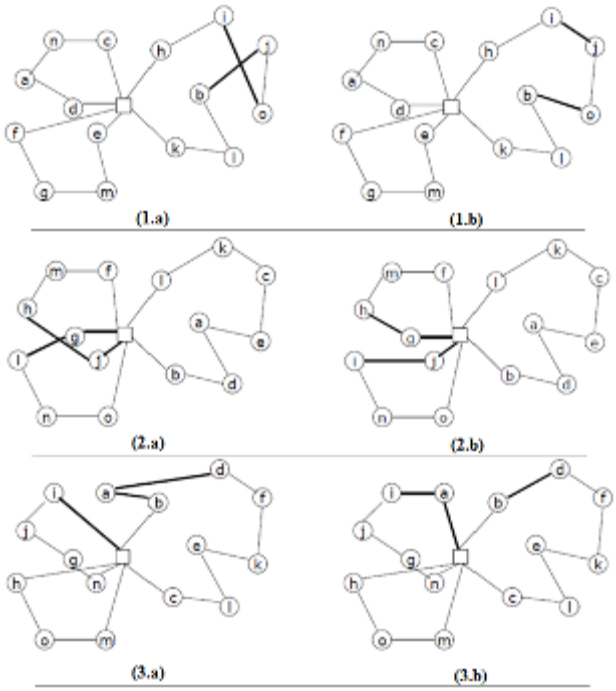


Figura 3 - Procedimentos de otimização intra-rota 2-opt (1), inter-rota de intercâmbio (2) e inter-rota de realocação (3), aplicados a rotas cíclicas.
Fonte: Adaptada de SOSA (2007).

III.c. AGRUPAMENTO EM PONTOS DE PARADA

Para a abordagem de roteirização que realiza a coleta dos funcionários em pontos de paradas (PPs) pré-determinados, é necessário definir quais serão estes PPs e quais funcionários serão designados para qual ponto, respeitando a distância máxima determinada de deslocamento entre a residência e o ponto de parada do veículo.

Num primeiro momento, designam-se como PP todas as residências, ou seja, todos os pontos de demanda (PDs), cujas distâncias até a residência mais próxima seja superior ao deslocamento máximo. Na sequência, observa-se para cada PD não designado se há um PP existente ao qual ele possa ser designado respeitando o deslocamento máximo permitido. Se existir um ou mais, o PD é designado ao PP mais próximo. Caso não exista, o PD avaliado passa a ser um PP e marcado como designado. Este procedimento é repetido até que todos os funcionários estejam designados a algum ponto de parada.

ISSN 1809-3957

IV. APLICAÇÃO DO MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados da aplicação do modelo aos conjuntos de dados apresentados, com e sem agrupamento em pontos de parada. A implementação dos algoritmos foi realizada no software MatLab® e a visualização das rotas foram obtidas através do Google Mapas.

IV.a. PARA RESTRIÇÃO DE TEMPO

O tempo foi utilizado como característica restritiva apenas para os dados do Grupo A, com 68 pontos. Necessita-se de oito veículos para realizar a coleta nas residências, com tempo médio das rotas de 70 minutos. Ao realizar a coleta em pontos pré-determinados, necessita-se de sete veículos para perfazer os 51 pontos de paradas, com tempo médio de trajeto de 74 minutos (Tabela 1). As rotas para ambas as modalidade de coletas estão ilustradas nas figuras 4 e 5 a seguir.

Tabela 1 - Dados das rotas obtidas para o Grupo A, com restrição de tempo de trajeto.

Resultado Grupo A (tempo)	Sem agrupamento	Com agrupamento
Total de paradas	68	51
Total de Veículos	8	7
Taxa média de ocupação	19%	22%
Média do tempo das linhas (min.)	70	74

Como a roteirização foi realizada com veículos de 44 lugares, a taxa de ocupação apresentada foi baixa. A sugestão para reduzir o custo com o transporte é utilizar micro-ônibus ou vans para o transporte, caso possível.

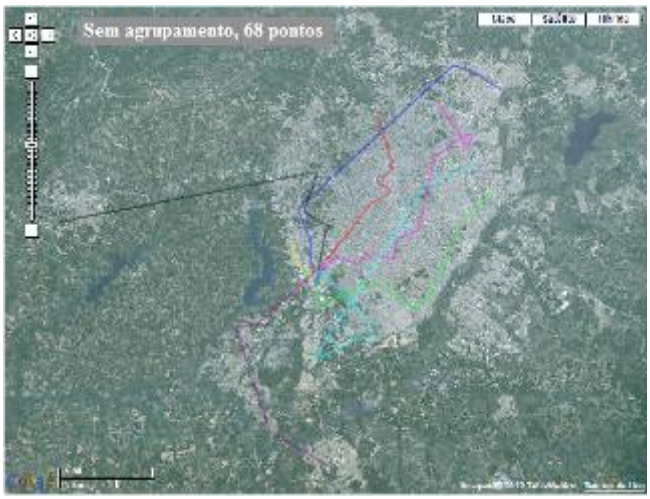


Figura 4 – Rotas obtidas para o Grupo A, para a restrição de tempo de trajeto, sem agrupamento dos funcionários em pontos de paradas. Fonte: Tiburcio (2012).

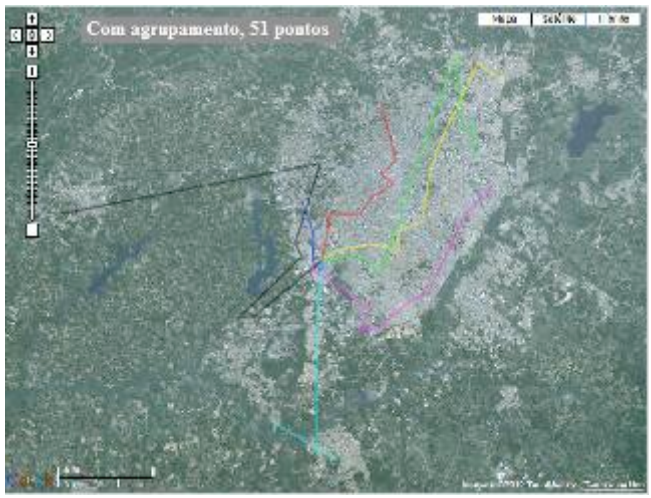


Figura 5 – Rotas obtidas para o Grupo A, para a restrição de tempo de trajeto, com agrupamento dos funcionários em pontos de paradas. Fonte: Tiburcio (2012).

IV.b. PARA RESTRIÇÃO DE DISTÂNCIA

Ao aplicar a restrição de tempo ao Grupo A, necessita-se de cinco veículos para a coleta dos funcionários. A distância total percorrida coletando os funcionários nas residências é de 152 quilômetros e, coletando nos 51 pontos de paradas, a distância é de 145,2 quilômetros (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados das rotas obtidas para o Grupo A, com restrição de distância.

Resultado Grupo A (distância)	Sem agrupamento	Com agrupamento
Total de paradas	68	51
Total de Veículos	5	5
Taxa média de ocupação	31%	31%
Distância total percorrida (km)	152,0	145,2

Para a restrição de distância, a taxa de ocupação obtida também é baixa, mantendo-se a mesma observação de utilizar veículos com menor capacidade. Há uma redução de 4,5% na distância percorrida ao realizar a coleta com agrupamento em pontos de parada.

As figuras 6 e 7, a seguir, ilustram as rotas obtidas com e sem agrupamento dos funcionários, respectivamente.

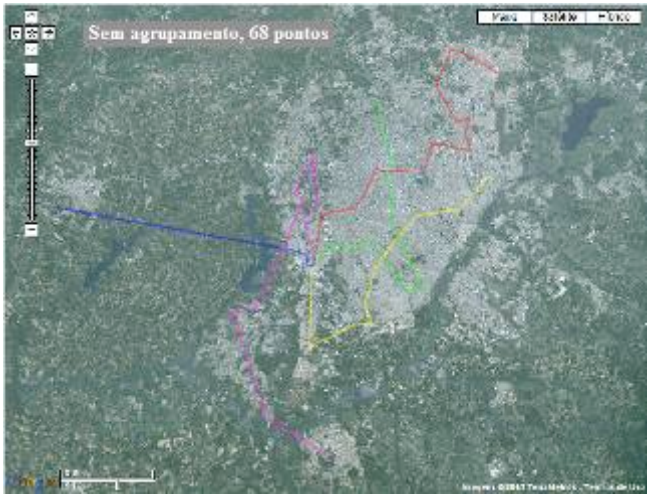


Figura 6 – Rotas obtidas para o Grupo A, para a restrição de distância, sem agrupamento dos funcionários em pontos de paradas. Fonte: Tiburcio (2012).

ISSN 1809-3957

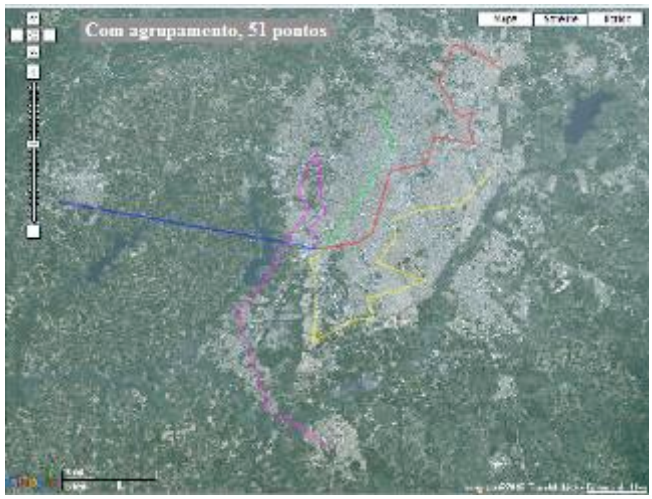


Figura 7 – Rotas obtidas para o Grupo A, para a restrição de distância, com agrupamento dos funcionários em pontos de paradas. Fonte: Tiburcio (2012).

Ao aplicar a restrição de tempo ao Grupo B, com 465 pontos, faz-se necessário utilizar 13 veículos para a coleta dos funcionários, percorrendo um total de 329,5 quilômetros. Esta distância percorrida é reduzida para 243,6 quilômetros ao agruparmos os funcionários em 133 pontos de parada, donde se reduz para 11 o total de veículos utilizados, como mostra a Tabela 3. Os traçados destas rotas podem ser vistos nas figuras 8 e 9.

Tabela 3 - Dados das rotas obtidas para o Grupo B, com restrição de distância percorrida.

Resultado Grupo B (distância)	Sem agrupamento	Com agrupamento
Total de paradas	465	133
Total de Veículos	13	11
Taxa média de ocupação	81%	96%
Distância total percorrida (km)	329,5	243,6

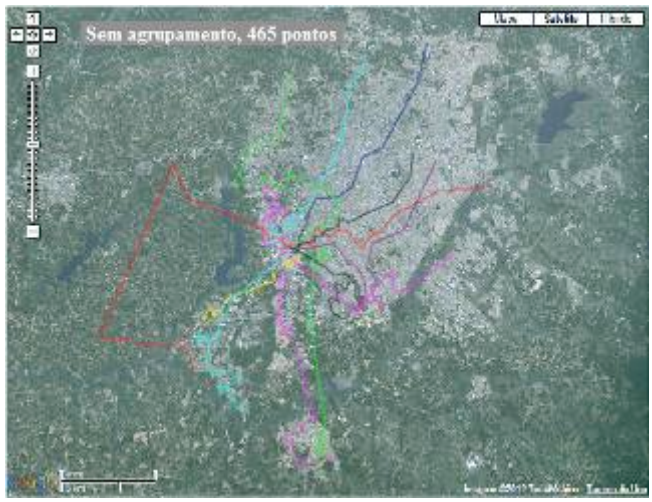


Figura 8 – Rotas obtidas para o Grupo B, para a restrição de distância percorrida, sem agrupamento dos funcionários em pontos de paradas. Fonte: Tiburcio (2012).

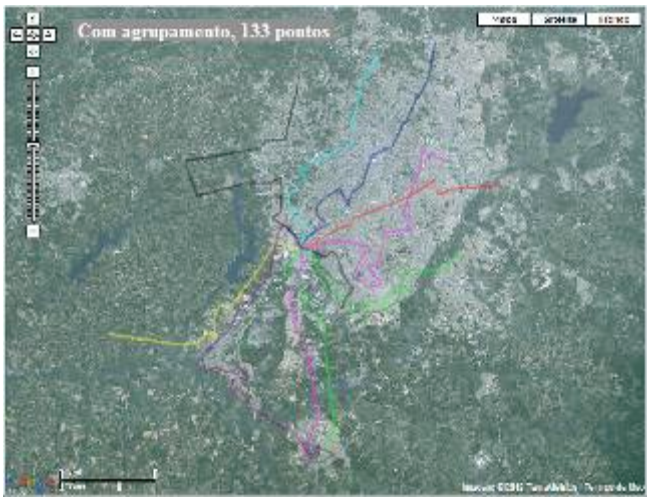


Figura 9 – Rotas obtidas para o Grupo B, para a restrição de distância percorrida, com agrupamento dos funcionários em pontos de paradas. Fonte: Tiburcio (2012).

A taxa de ocupação obtida mostra que há uma boa utilização da capacidade dos veículos. Ao compararmos os resultados obtidos para o Grupo B, nota-se que há uma redução de 26% na distância percorrida quando se passa a fazer a coleta dos funcionários em pontos pré-determinados, reduzindo também o total de veículos utilizados. Ambos os aspectos contribuem para a redução do custo de transporte.

V. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho de propor um modelo que realize a roteirização de forma sistemática, com resultado eficaz, foi alcançado. A construção das rotas através do modelo proposto atende satisfatoriamente as restrições de roteirização, seja o foco o tempo máximo de trajeto ou a distância máxima percorrida. A aplicação do modelo sobre os grupos de dados A e B apresentou resultado viável.

Para grupos pequenos de dados, como no caso do Grupo A, o agrupamento dos funcionários em pontos de parada não provocou grandes alterações no resultado. Nestes casos, é interessante utilizar veículos com capacidades menores para melhor utilização da capacidade de transporte. Para a abordagem com restrição de tempo, houve um acréscimo no tempo médio de trajeto, sem ultrapassar o tempo máximo permitido, o que é natural por se utilizar um veículo a menos para perfazer todos os pontos de coleta.

Para grandes grupos de dados, como no Grupo B, o agrupamento em pontos pré-determinados apresenta uma redução acentuada na distância total percorrida, donde se conclui que esta modalidade de coleta se apresenta como alternativa para a minimização dos custos de transporte, pois possibilita redução tanto na distância total percorrida e, por vezes, pode apresentar redução no total de veículos utilizados.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, D. M. B., STEINER, M. T. A., CARNIERI, C., ZAMBONI, L. V. S. e SILVA, A. C. L. Técnicas de Pesquisa Operacional aplicadas na otimização dos serviços postais. *Gestão & Produção*, n.8, p.37-55, 2001.

CUNHA, C. B. Um modelo matemático para o problema de sequenciamento de programação de visitas de gerentes de bancos. *Gestão & Produção*, n.10, p.183-196, 2003.

ISSN 1809-3957

DETOFENO, T. C. e STEINER, M. T. A. Optimizing Routes for the Collection of Urban Solid Waste: a Case Study for the City of Joinville, State of Santa Catarina. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, n.2, p.124-136, 2010.

GOTO, A. B. *O problema de roteamento de veículos aplicado ao transporte de funcionários*. 50 f. Monografia (Bacharelado em Matemática Industrial) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2008.

RODRIGUES, S. B. *A metaheurística Colônia de Formigas aplicada a um problema de roteamento de veículos: caso da Itaipu Binacional*. 98 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2007.

SOSA, N. G. M., GALVÃO, R. D. e GANDELMAN, D. A. Algoritmo de busca dispersa aplicado ao problema clássico de roteamento de veículos. *Pesquisa Operacional*, n.27, p.293-310, 2007.

SOUZA, L. V. *Técnicas de Roteirização de Veículos Aplicadas ao Transporte Escolar*. 117 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 1997.

SPASOVIC, L., CHIEN, S., KELNHOFER-FEELEY, C., WANG, Y. e HU, A. A Methodology for Evaluating of School Bus Routing - A Case Study of Riverdale, New Jersey. *Transportation Research Board*, 80ª Annual Meeting, TRB paper 01-2088, 2001.

STEINER, M. T. A., ZAMBONI, L. V. S., COSTA, D. M. B., CARNIERI, C. e SILVA, A. C. L. O Problema de Roteamento no Transporte Escolar. *Pesquisa Operacional*, n.20, p.83-99, 2000.

TIBURCIO, D. M. *Técnicas da pesquisa operacional na abordagem do problema de roteamento no transporte de funcionários de empresas*. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFPR Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2012.

VII. COPYRIGHT

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

SEMÁFORO INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO COM SISTEMA DE DETECÇÃO SEGURA

SERGIO FERREIRA DE OLIVEIRA[1,2]; MARCIO ABUD MARCELINO[1,3];
PEDRO PAULO LEITE DO PRADO[1]
1 – UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ - BRASIL; 2 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO – BRASIL;
3 – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Resumo – Este artigo apresenta o desenvolvimento de um circuito para o controle do tráfego em cruzamentos urbanos, denominado semáforo inteligente de baixo custo com sistema de detecção segura. Desenvolvido com um microcontrolador da família PIC 18F452 e um sensor de presença. Primeiramente foi estudada a viabilidade de uma câmera de vídeo, mas devido à limitação imposta pelo custo, optou-se pela utilização de um sensor de micro-ondas de efeito Doppler.

Palavras Chave: Semáforo inteligente. Sensor de micro-ondas de efeito Doppler. Detecção segura.

I. INTRODUÇÃO

O trânsito nas grandes cidades torna-se cada vez mais intenso devido ao aumento do número de veículos e da dificuldade de readequação física das vias urbanas.

Essa readequação exige altos investimentos financeiros, além dos transtornos causados durante a sua execução, passando pelo remanejamento do trânsito por vias secundárias, aumento do número de acidentes, uma maior emissão de gases poluentes, aumento no tempo de viagem e de combustível devido ao novo trajeto, mais longo (Boletim Técnico 30/CET-SP).

Segundo Cambruzzi (2003) a expansão de uma via acaba utilizando espaços que poderiam ser ocupados por parques ou áreas de lazer, diminuindo a qualidade de vida dos habitantes nos centros urbanos.

Pesquisas indicam que os semáforos quando utilizados de forma inadequada, ou seja, quando o tempo de espera é desnecessário da mudança de vermelho para o verde representam cerca de 50% do tempo de viagem nas grandes cidades e 30% do consumo de combustível. (DENATRAN, 1984).

Segundo Turolla (2008), os problemas relacionados com o trânsito causam prejuízos prováveis de dezenas de bilhões de reais.

Os equipamentos eletrônicos de controle de fluxo de veículos atualmente podem ser usados como aliados na busca de soluções para uma gestão inteligente do trânsito, principalmente em grandes centros urbanos.

O sistema proposto, semáforo inteligente atuado pelo tráfego, utiliza um sensor de micro-ondas para a detecção de um ou mais veículos na via, caracteriza-se pela melhoria no fluxo das malhas viárias, diminuindo o tempo de espera nos semáforos, pelo baixo custo e por sua facilidade de implantação, quando comparado a outros sistemas que necessitam de instalações físicas, no solo ou nas laterais da via.

A atuação do sistema de detecção segura é primordial para que o tráfego não pare, e também para que não ocorram acidentes na intersecção das vias. Quanto à travessia de pedestres a mesma ocorrerá da forma tradicional, tendo sua presença detectada por meio de botoeiras e estas devendo ser acionada pelo pedestre quando necessitar cruzar a via, garantindo assim a sua integridade física.

II. SEMÁFORO INTELIGENTE E SISTEMA DE DETECÇÃO SEGURA

A finalidade da sinalização semafórica é transmitir aos usuários a informação sobre o direito de passagem em interseções e seções da via, garantido sua segurança, e advertindo sobre movimentos conflitantes que possam ocorrer. (Boletim Técnico 10/CET-SP).

Segundo Homburger ET alii (1992), os semáforos atuados pelo tráfego ou inteligentes, agregam no meio onde se encontram inseridos uma série de benefícios como:

- Normalmente reduz o atraso;
- Adapta-se às flutuações do tráfego e a capacidade do escoamento de filas;
- Aumento de capacidade (acréscimo de verde);
- Opera em condições de baixo fluxo;
- Eficiente em intersecções de múltiplos estágios.

Barbetta e Arantes (2010) propuseram em seus estudos o uso de uma câmera de vídeo como sensor de presença, utilizando técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), detectando o movimento ao analisar os quadros capturados por uma webcam.

Oliveira e Marcelino (2011) estudaram a viabilidade do uso da câmera de vídeo como sensor de presença, para a detecção de veículos numa intersecção de vias, mas o custo inviabilizou a proposta inicial do projeto.

Este projeto propõe a utilização de um sensor micro-ondas como detector de presença de veículos automotores e por sua instalação aérea que dificulta o vandalismo, possíveis fraudes e proporciona menor custo de produção, implantação e manutenção (FHWA, 2003), o que difere dos sistemas já existentes, que atualmente utilizam laços indutivos instalados sob a via.

Os sensores de micro-ondas detectam se há veículos nas vias e o sistema de detecção inteligente e segura é o responsável por analisar os sinais enviados pelos sensores e assim atuar no tráfego da interseção das vias conforme suas necessidades momentâneas, funcionando de forma totalmente atuada. Caso ocorra alguma condição externa que prejudique a detecção de veículos, o semáforo opera de modo temporizado, para ambas as vias, mesmo não havendo tráfego em uma delas, tornando o processo mais seguro.

II. POSICIONAMENTO E FIXAÇÃO

A posição de fixação do sensor no semáforo deve ser feita de forma que não haja interferências em seu funcionamento, conforme a figura 1.

ISSN 1809-3957

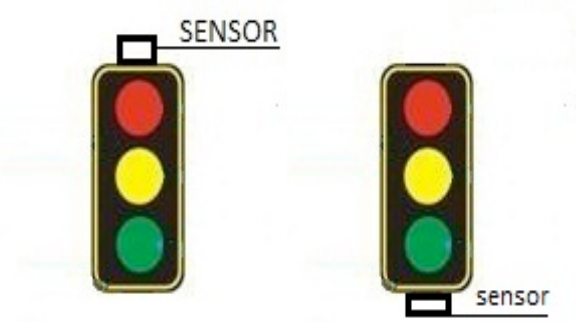


Figura 1 – Sensor fixado no semáforo.
Fonte: Adaptado de DENATRAN – 2007/2011.

A fixação do semáforo na via depende da definição de alguns fatores a serem considerados na fase de projeto, destacando-se:

- Necessidade de projeção sobre a via;
- Características geométricas do local;
- Dimensionamento da carga a ser suportada: Peso do semáforo com sensor e de sua estrutura de sustentação;
- Velocidade dos ventos;
- Condições de visibilidade;
- Composição do tráfego e largura das vias.

A figura 2 apresenta duas situações de fixação.

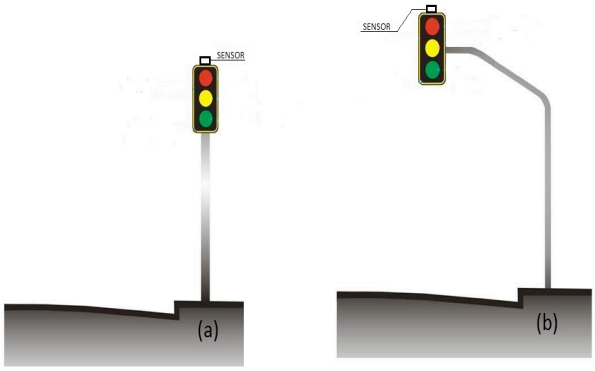


Figura 2 – Coluna (a) e no Braço projetado(b).
Fonte: Adaptado de DENATRAN – 2007/2011.

Quando apontado para uma via, o feixe de micro-ondas do equipamento projeta no pavimento uma superfície oval, cuja largura depende do modo operacional selecionado, que neste caso detecção de veículos para controle do semáforo, conforme a figura 3.

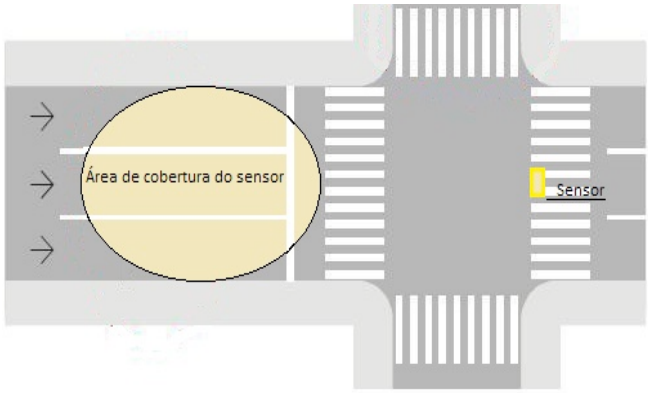


Figura 3 – Área de cobertura do sensor na via.
Fonte: Adaptado de DENATRAN – 2007/2011.

Com o sensor instalado diretamente no semáforo, portanto de forma longitudinal a via, a calibração é primordial para a detecção, minimizando os erros e aumentando a eficiência do sistema, conforme apresentado na figura 4.

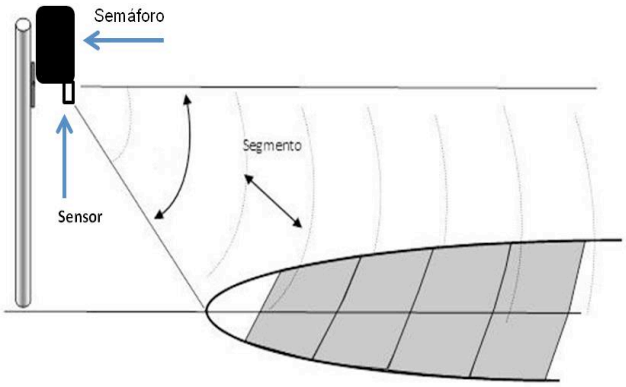


Figura 4 – Conjunto semáforo e sensor na via.
Fonte: Adaptado de DENATRAN – 2007/2011.

A calibração consiste em determinar a altura, a área e o tamanho do objeto que será detectado, parâmetros estes que devem ser ajustados na instalação do equipamento. Permitindo assim a detecção de veículos que se movam em sua direção ao atingirem a área de cobertura do projetada na via.

III. CIRCUITO DE CONTROLE

O sensoriamento das vias será feito por um sistema baseado em um microcontrolador e um sensor de micro-ondas. Sensoriamento é o termo utilizado para definir a aquisição, o processamento e a análise dos dados obtidos pelo sensor (NOVO, 1989).

O microcontrolador PIC 18F452 foi escolhido por ser de baixo custo e possuir:

- Duas interrupções por mudança de sinal;
- Quatro interrupções de tempo;
- Alta velocidade de processamento e até trinta e quatro pinos de entrada ou saída (E/S), conforme apresentado na figura 5.

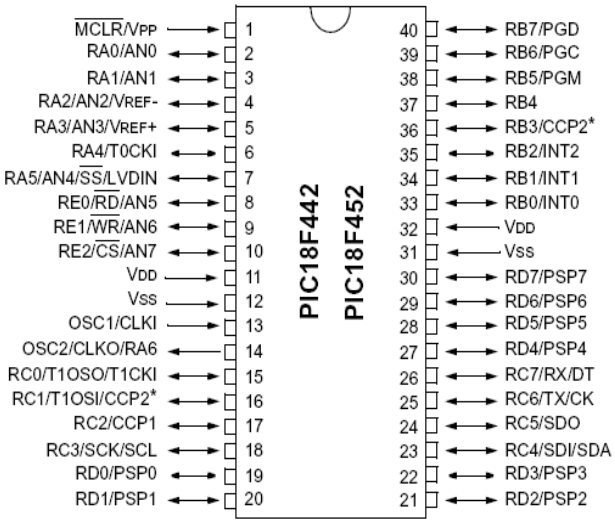


Figura 5 – Ilustração dos pinos do microcontrolador PIC 18F452.
Fonte: MICROCHIP – 2006.

O módulo sensor de micro-ondas KMY 10 fabricado pela Infineon Technologies tem sua detecção de movimento baseado no efeito Doppler, figura 6.

A radiação eletromagnética (REM) transmitida é refletida pelo objeto e recebida por meio de uma antena, e assim misturada com a REM original por meio de diodos Schottky resultando no sinal de saída do sensor, figura 7.

ISSN 1809-3957

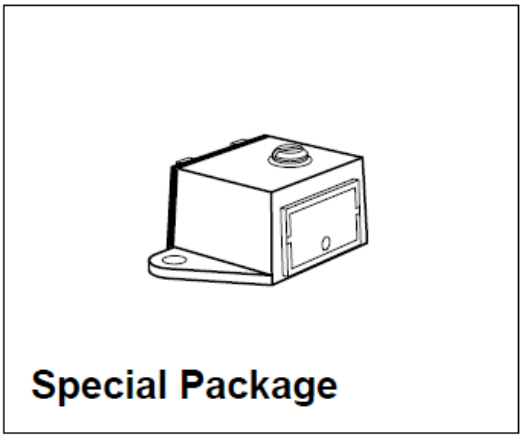


Figura 6 – Sensor KMY 10.
Fonte: Adaptado de INFINEON TECHOLOGIES.

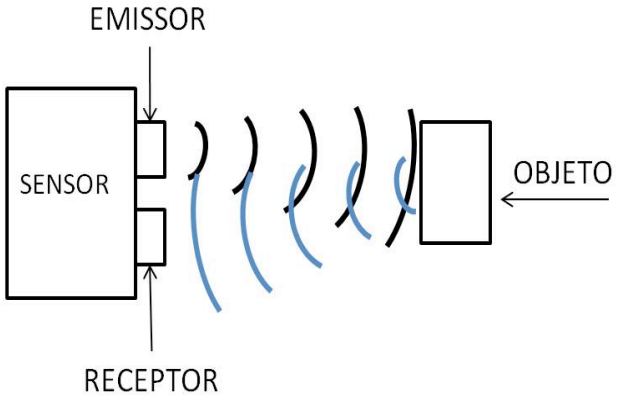


Figura 7 – Diagrama de funcionamento de sensor de micro-ondas.
Fonte: Autoria própria.

O sinal de saída irá variar conforme o tamanho físico e a distância do objeto em relação ao sensor. O sensor KMY 10 foi escolhido por possuir alta sensibilidade, alta fidelidade, baixo consumo, baixa emissão de harmônicas, tamanho reduzido, leveza e baixo custo, atendendo as necessidades do projeto, conforme os parâmetros descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais características do sensor KMY 10.

Parâmetros	Símbolos	Valores Limites			Unidade
Tensão	*V*in	8	12	15	V
Corrente de Operação	*I*in	-	25	-	mA
Frequência de Operação	f_0	9.33	9.35	9.37	GHz
Tensão do Sinal de Saída	$V_{out,\ 0\text{-}peak}$	-	50(1)	-	mV
Tensão de Ruído na Saída(2)	$V_{out,\ 0\text{-}peak}$	-	10	20	mV
Peso	-		Aprox. 40		g

Fonte: Adaptado de INFINEON TECHOLOGIES.

(1) Pessoa a 5m de distância.
(2) Nenhum objeto detectado.

Devido ao seu comprimento de onda e sua faixa de frequência, apresentado na figura 8, possui a capacidade de penetrar a atmosfera nas mais diversas condições: nuvens, fumaças, neblinas e chuvas fracas ou moderadas.

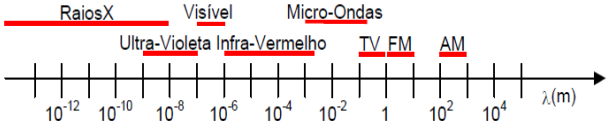


Figura 8: Espectro eletromagnético das micro-ondas.
Fonte: SCURI -1999.

O circuito de controle foi desenvolvido e simulado por meio do software Proteus. O sistema pode controlar um cruzamento que possua mão única ou mão dupla indiferentemente, uma vez que a lógica de controle de trânsito irá se adequar ao volume do fluxo nas vias. O sistema de controle tem como base um microcontrolador PIC que monitora os sensores, analisa os sinais recebidos e atua nos semáforos, de acordo com a figura 9.

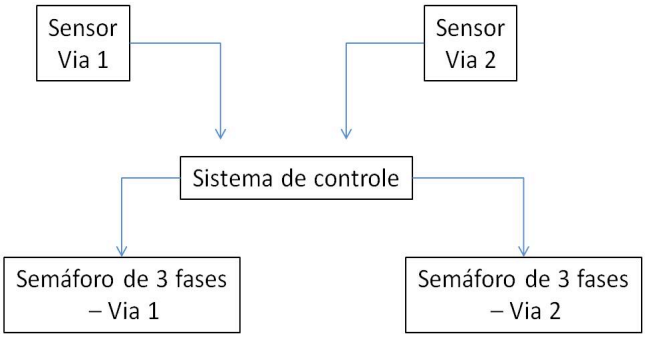


Figura 9 – Diagrama de funcionamento do semáforo inteligente.
Fonte: Autoria própria.

Quando um ou mais veículos entram no campo de cobertura do sensor este envia um sinal lógico para um pino específico do microcontrolador que recebendo o sinal do sensor de presença, após a filtragem contra possíveis informações falsas, atuará na sinalização do semáforo, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Lógica de funcionamento dos sensores e semáforos.

Sinal de Controle	Sensor Via 1	Sensor Via 2	Semáforo Via 1	Semáforo Via 2
0	0	0	Amarelo intermitente	Amarelo intermitente
0	0	1	Vermelho	Verde
1	1	0	Verde	Vermelho
0	1	1	Temporiza	Temporiza
1	1	1	Temporiza	Temporiza

Fonte: Autoria própria.

O sinal de controle é formado por um bit e define qual sensor foi acionado primeiro, podendo assim elaborar uma lógica de controle mais precisa, conforme o Quadro 03.

Quadro 3 – Lógica de funcionamento do sinal de controle.

Sensor da Via	Sinal de Controle
1	1
2	0

Fonte: Autoria própria.

Uma chave *push Button* normalmente aberta (NA) simula o sensor de presença, que no caso é um sensor de micro-ondas e

ISSN 1809-3957

envia um sinal binário para um microcontrolador, conforme a figura 10.

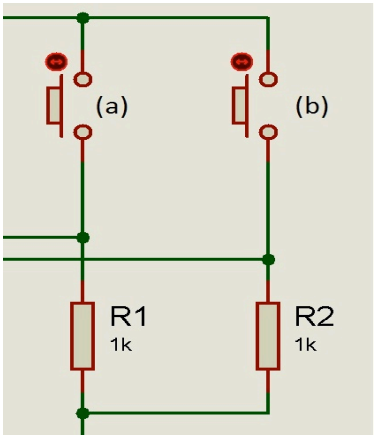


Figura 10 – Botão que simula sensor de micro-ondas: via 1(a) e via 2(b).
Fonte: Autoria própria.

A chave *push Button*, utilizada na simulação, diferente do sensor KMY 10, dispensa o uso de um conversor A/D (analógico/digital). O circuito simulado possui poucos componentes eletrônicos e todos de baixo custo, conforme é ilustrado na figura 11.

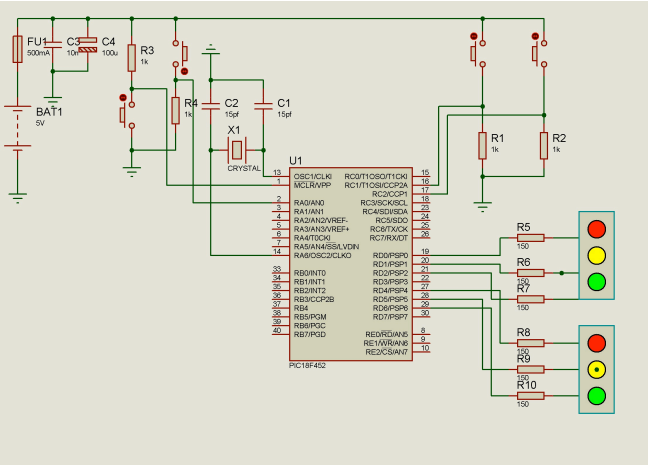


Figura 11 – Circuito de controle.
Fonte: Autoria própria.

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma proposta para realização em semáforo inteligente utilizando um sensor de micro-ondas, com componentes de baixo custo, contribuindo com o aumento da fluidez dos veículos em vias públicas, com maior segurança por meio da detecção segura utilizada pelo sistema. A proposta também tem a facilidade de implantação, quando comparado com outros sistemas que necessitam de instalações físicas no solo, podendo, portanto ser instalado em todos os semáforos de uma cidade, evitando o que ocorre com os sistemas sofisticados, que por limitações de custo, priorizam os cruzamentos de maior trânsito.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ARANTES, R. A. Controle de Semáforo Eletrônico Inteligente. 59f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica/Eletrônica). Universidade de Taubaté. Taubaté, 2010.

[2] BARBETA, D. B. Sensor de presença a partir do processamento digital de imagens. 70 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Telecomunicações). Universidade de Taubaté. Taubaté, 2010.

[3] BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. Manual de Semáforos. 2ª ed., Brasília, DENATRAN, 1984.

[4] CAMBRUZZI, Eduardo. Avaliação Experimental da Infraestrutura Computacional para Sistemas Inteligentes de Transporte. 2003. 95 f. Monografia (Mestrado em Engenharia Elétrica). Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

[5] COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – Sistema de Controle de Tráfego: Aplicação do Programa TRANSYT. 92p. II. (Série: Boletim Técnico da CET nº 10). São Paulo, 1978.

[6] COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – Sistema de Controle de Tráfego: Impacto de Obras na Via Pública. 88p. II. (Série: Boletim Técnico da CET nº 30). São Paulo, 1982.

[7] DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Minuta do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V – Sinalização Semafórica. Brasília. Câmara Temática de Engenharia de Tráfego, da Sinalização e da Via, gestão 2007/2011.

[8] FHWA – Federal Highway Administration. A Summary of Vehicle Detection and Surveillance Technologies used in Intelligent Transportation System. FHWA Intelligent Transportation System Program Office, USA, 2003.

[9] HOMBURGER, W.S., KELL, J.S., PERKINS, D.D. - Fundamentals of Traffic Engineering - 13th edition, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, USA, 1992.

[10] INFINEON TECHOLOGIES. KMY 10 Microwave Motion Sensor DataSheet [on line] 1999. Disponível: http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/infineon/1-kmy10.pdf. [capturado 02/10/2012]

[11] MICROCHIP. PIC 18F452 Data Sheet Microcontrollers [on line] 2006. Disponível: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf. [capturado em 02/10/2012].

[12] NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São Paulo. Ed.: Edgar Blücher, 1989, 308p.

[13] OLIVEIRA, S. F.; MARCELINO, M. A. Semáforo Inteligente de Baixo Custo e Falha Segura, XII Mostra de Pós-Graduação, UNITAU, Taubaté, 2011.

[14] SCURI, Antonio Escaño. Fundamentos da Imagem Digital. 1999. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Pontifícia Universidade Católica, PUC, Rio de Janeiro, 1999.

[15] TUROLLA, Frederico. Trânsito faz perder bilhões de reais. *V Rio de Transportes*, Rio de Janeiro, 1 Cd, 2007.

VI. COPYRIGHT

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

VII. AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o financiamento parcial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.