

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 9 - Nº 102 - Junho/ 2014

ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL

Nesta edição

A MÁQUINA DE BATER PIMENTA-DO-REINO: ALTERNATIVA E LUCRO EM JAGUARÉ-ES – Jean Fábio Costalonga; Maria Aparecida Costalonga Fabris; Nadir Fehlberg de Souza; Rogilêni Aparecida Bonomo Crispim; Silvio Freire Júnior	03
AS EMOÇÕES DOS PROFESSORES DE LI AO ENSINAR COM O AUXÍLIO DAS NOVAS TECNOLOGIAS – Michele Macedo dos Santos	07
UMA REFLEXÃO CRÍTICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A SUSTENTABILIDADE NUMA PERSPECTIVA CONTEMPORÂNEA – Haroldo Junior Evangelista Vidal	12
MOTORES BRUSHLESS – CONTROLE E ACIONAMENTO VOLTADO À ROBÓTICA MÓVEL – Paulo César Crepaldi; Augusto Sérgio Silva de Paula	21
MODELO DE INTERAÇÃO TUMOR-SISTEMA IMUNOLÓGICO – Regiane Aparecida Nunes de Siqueira; Kelly Cristiane Iarosz; Antonio Marcos Batista	25
PROTEÇÃO DE SOBRETENSÃO PROTEÇÃO DE VOLTS-HERTZ E LIMITAÇÃO DE VOLTS-HERTZ DE MÁQUINAS SÍNCRONAS – Cláudio Homero Ferreira da Silva; Luiz Renato Gomes	29
MODELAGEM DE UMA VIGA FLEXÍVEL E SUA VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL – Silva, Antônio Carlos de Assis; Gonçalves, João Bosco; Soares; Álvaro Manuel de Souza	38
IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA PREVENÇÃO À POLUIÇÃO E MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA – Maikon Aparecido Schulz dos Santos; Devanir André Fappi; Karina Heberle; Juliana Bortoli Rodrigues Mees	43

UMA BREVE REFLEXÃO SOBRE O FUTURO DA ENERGIA – Magalhães, M. P.; Silva, C. H. F.; Porto, M. A. D. .	49
ESTUDO INFORMACIONAL PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL DE DISPOSITIVOS ESPORTIVOS DIRECIONADO PARA USUÁRIO COM DEFICIÊNCIA VISUAL – Altemir Trapp; Ericson Pereira; Maria Lucia Miyake Okumura; Osiris Canciglieri Junior	58
ESTUDO SOBRE BALANÇO ENERGÉTICO – Mendes, M. I.S.; Madureira, A. J. V.; Costa, J. C. E.; Silva, C. H. F.; Porto, M. A. D.	64
A VISÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL DOS DEPUTADOS FEDERAIS GAÚCHOS – Gabriela Torres Mattos; Clóvis Campos Alt	72
DEGRADAÇÃO DE SACOLAS PLÁSTICAS EM SOLO ORGÂNICO – Claudia Fernanda M. Batista; Maurício Aparecido B. de Souza; Wolney Dalla Pria Júnior	76
UM BREVE HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO LOCAL DA BARRA DO JUCU – João Moreira Dutra Filho; Jerry Adriane Domingos; Luiz Wanderley Zortéa; Débora Santos De Andrade Dutra	81
A INTERNACIONALIZAÇÃO DE EMPRESAS EXPORTADORAS DE PEDRAS PRECIOSAS DE SOLEDADE – RIO GRANDE DO SUL (RS) – Julio César Zilli; Andressa Czarnobay; Izabel Regina de Souza; Ana Paula Silva dos Santos; Rosane Aléssio Dal Toé	86
MÉTODOS DE CONTROLE DE FITÓFTORA EM PIMENTÃO – Laís Barbosa Prazeres Mendonça; Lísias Coelho; Juliana Stracieri; Mariana Guimarães Pacífico; Amanda Letícia da Silveira; Fernanda Dias Pereira	94
LÍNGUA NACIONAL E LITERATURA NACIONAL: O MODERNISMO EM DEBATE – Emias Oliveira da Costa; José Marcos Rosendo de Souza	99
A VIOLÊNCIA DE GÊNERO COMO FATOR DA DESCONTINUIDADE DAS TRAJETÓRIAS ESCOLARES DE MULHERES JOVENS E ADULTAS – Ana Carolina; Inez Sampaio	104
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO PLANEJADA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MADEIREIRA – Ademir Stefano Piechnicki; Leandro Roberto Baran; Jaime André Ramos Filho; Flávio Piechnicki	110
SISTEMA DE CONTROLE PARA UM ATUADOR DE TEMPERATURA – CÉLULA PELTIER – André Antunes Jorge; Gilson Cesar da Costa; João G. N. Almeida; Rodrigo Reina Muñoz	116

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

A MÁQUINA DE BATER PIMENTA-DO-REINO: ALTERNATIVA E LUCRO EM JAGUARÉ-ES

JEAN FÁBIO COSTALONGA¹; MARIA APARECIDA COSTALONGA FABRIS¹; NADIR FEHLBERG DE SOUZA¹; ROGILÊNÍ APARECIDA BONOMO CRISPIM¹; SILVIO FREIRE JÚNIOR¹

1 – MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO SOCIAL, EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL - FACULDADE VALE DO CRICARÉ

jeancostalonga@hotmail.com;cidacostalongafabris@hotmail.com;nadirfsouza12@gmail.com

Resumo - Esse artigo apresenta um estudo de caso da máquina de bater pimenta-do-reino, idealizada e produzida por um agricultor do município de Jaguaré-ES com o objetivo de facilitar e reduzir os custos no processo de batimento e secagem da pimenta-do-reino (produto esse de grande valor comercial que sustenta boa parte da economia do município de Jaguaré, norte do Espírito Santo), além de oferecer informações, acerca da produção e do produto no estado do ES, ressaltando a importância de se utilizar das ideias para inventar e talvez inovar, aproveitando materiais recicláveis, visto que hoje é uma necessidade para que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável nos dias atuais.

Palavras-chave: Pimenta-do-Reino. Inovação. Máquina de Bater Pimenta-do-Reino.

I. INTRODUÇÃO

Inovar é explorar novas ideias com sucesso. As mudanças tecnológicas no mundo globalizado alteram com grande velocidade as estruturas e as condições de desenvolvimento local e regional e promovem formas alternativas que buscam associar rentabilidade e menor esforço físico por parte dos agricultores em suas lavouras.

Para TIDD *et al*, (2008, p.85): “A inovação é comumente confundida com a invenção, por exemplo: mas essa última é apenas o primeiro passo de um longo processo para difundir e efetivamente disponibilizar uma boa ideia. Ser um bom inventor não é garantia de sucesso comercial [...], o mundo apenas baterá em sua porta se também houver preocupação com o projeto gerencial, desenvolvimento mercadológico e financeiro, ações corporativas, etc.”.

O Manual de Oslo (2005, p.55), apresenta o conceito de inovação da seguinte forma: “Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo, ou significativamente melhorado, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho, ou nas relações externas”.

Esse artigo apresenta um estudo de caso a respeito de uma invenção do Sr. Marcos Dirley Costalonga, residente no município de Jaguaré-ES, de uma máquina de bater pimenta-do-reino (entende-se por bater pimenta-do-reino o

processo de separação dos frutos da pimenteira dos seus respectivos cachos) com a utilização de materiais recicláveis, objetivando primeiro o seu favorecimento, e posteriormente aos demais pequenos proprietários do produto, residentes nas propriedades vizinhas.

II. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A falta de recursos tecnológicos que permitisse agregar maior valor e menor custo aos produtos agrícolas de sua propriedade, fez com que o agricultor Marcos Dirley Costalonga, residente no município de Jaguaré-ES, optasse por inventar uma bateadeira de pimenta-do-reino com materiais recicláveis, a fim de bater (processo destinado a separação dos frutos da pimenta-do-reino dos seus respectivos cachos) e secar o produto ali mesmo em sua pequena propriedade de 2 hectares. Este produto é obra de sua criatividade, pois inventou uma máquina que nada mais é do que o resultado da combinação de ideias, em que pelo menos uma é inteiramente nova, ou então a maneira que utilizou para organizar e combinar essas ideias é algo totalmente novo, testado e comprovado e com grande eficácia.

De acordo com a Cartilha Gestão da Inovação (2010, p.16): “Só pode gerar valor uma ideia que tenha alguma relevância, pois quanto mais relevante for a ideia, maior será a probabilidade de se gerar valor com a sua implementação. E por relevância entenda-se o grau de impacto que a ideia é capaz de gerar. Quanto mais impacto gerado, mais relevante é a ideia”.

A montagem da bateadeira é uma ideia relevante pois de acordo com pesquisas locais os custos para bater a pimenta-do-reino giram em torno de 2% da quantidade colhida e oscila entre 6% e 8% para bater e secar, devido aos bons preços no mercado. Quando os preços sofrem uma queda, chegam a cobrar até 10%. Outro motivo também é que a secagem da pimenta-do-reino na região é de no mínimo 1500 kg por secador, tendo em vista que se trata de secadores industriais e que os custos não compensam para ativá-los com pequenas quantidades (inferiores a 1500kg), logo, para tornar viável o procedimento de bater e secar a

mesma, seria necessário que três pequenos agricultores ou mais se juntassem para secar as pequenas colheitas, porém surgia um contratempo e até um mal-estar entre os mesmos, pois nem todos os agricultores primam por catá-la bem madura, o que dificulta essa prática de união da produção para se obter a quantidade mínima, prática já testada em anos anteriores, sem resultados positivos, e isso acaba por onerar o produtor tanto no peso da mesma quanto na porcentagem final da secagem. Habitualmente, os pequenos produtores têm recorrido a estratégias de secar ao sol, processo esse que gera mão de obra, entretanto a custo zero.

Convém mencionar que devido a fatores climáticos, vem ocorrendo na região floradas desiguais, o que resulta diversas colheitas de pimenta-do-reino ao longo do ano e isso permitiu o uso contínuo da máquina inventada que chega a bater cerca de 200 a 300 kg de pimenta-do-reino madura em apenas 10 minutos, podendo atender as pequenas lavouras individualmente, evitando o desgaste da junção da produção para o batimento e a secagem, além de facilitar o modo e o tempo de colheita de cada um.

III. RESULTADOS

A ideia se transformou numa invenção porque funciona na prática; uma invenção só se torna uma inovação se puder ser implementada com sucesso na sociedade e alcançar mercados. E isso começou a despontar como alternativa, pois o Sr. Marcos já recebe proposta para produzir novas bateadeiras para outros pequenos proprietários, visto que os pequenos agricultores da região começam a perceber a viabilidade do invento, devido a seu baixo custo.

Diante disso o Sr. Marcos já tem duas encomendas, sem qualquer divulgação no mercado, atendendo somente aos vizinhos da comunidade onde mora, porque os mesmos reconheceram a importância de sua implementação como bom negócio, garantia de lucro certo e maior facilidade para preparar o produto e escoar a produção.

Outro fator de destaque é que todo o material orgânico não utilizado resultante do processo de batimento da pimenta-do-reino é devolvido para o meio das carreiras do plantio da própria pimenteira, fazendo a cobertura do solo, ou seja, atuando como adubo orgânico, diminuindo o uso de fertilizantes químicos. Antes desse invento, esse material orgânico beneficiava os proprietários dos secadores, pois ficava nas terras desses.

A invenção foi produzida em apenas um dia, porém fora arquitetada por semanas, já que havia a necessidade de produzir algo que atendesse a propriedade e que tornasse mais prático o processo da colheita, visto que o mesmo tende a acontecer desigualmente devido a variação climática, que interfere na florada, favorecendo aos produtores que prezam a colheita dos frutos totalmente maduros, garantindo assim a qualidade do produto final, com custos bem abaixo do praticado anteriormente. A alternativa foi utilizar resíduos sólidos, ou seja, reciclar materiais que seriam lançados ao meio ambiente de qualquer forma.

Considerando que somente no primeiro semestre de 2013, já foram exportadas quase 3,6 mil toneladas de pimenta para os Estados Unidos e vários países da Europa, Ásia e África, um volume 83% superior em relação ao mesmo período do ano passado. As divisas geradas com as

exportações somaram US\$ 22,5 milhões de janeiro a junho deste ano, ficando atrás apenas de celulose e cafês, no ranking das exportações do agronegócio capixaba. Os preços convidativos e o baixo custo de manutenção da planta levaram muitos proprietários do município a substituir as pequenas áreas da monocultura do café pelo da pimenta-do-reino, gerando também lucratividade para os viveiristas, que não dão conta de atender a demanda.

Verifica-se então, a importância da proposta para a produção da máquina de processar pimenta-do-reino como alternativa sustentável e viável em função do baixo custo do processo de produção, tendo em vista o valor a ser pago pelo processamento do produto em máquinas industriais. Além disso, o produtor desprovido de recursos pode optar por produzi-la com materiais recicláveis, o que protege o meio ambiente e gera a sustentabilidade tão almejada no planeta.

IV. A IDEIA DE FABRICAÇÃO DA MÁQUINA

A necessidade de reciclar materiais orgânicos e inorgânicos foi despertada pelos seres humanos, a partir do momento em que se verificaram os benefícios que esse procedimento traz para o planeta. De acordo com diversas pesquisas, praticamente 99% do lixo produzido mundialmente pode ser reciclado. Desta forma, será inevitável o desenvolvimento de uma cultura de reciclagem, tendo em vista a escassez dos recursos naturais não renováveis e a falta de espaço para acondicionar tanto lixo, já que reciclar significa transformar objetos e ou materiais usados em novos produtos para o consumo.

Assim sendo, ao perceber nos resíduos sólidos espalhados ao redor de sua propriedade e nas propriedades de outros vizinhos e parentes, a possibilidade de concretização da ideia da construção da máquina, o Sr. Marcos juntou praticamente todo o material necessário, recolhendo vários resíduos sólidos que estavam descartados indevidamente.

Para que pudesse atingir o seu objetivo, o Sr Marcos fez uma parceria com o seu filho Maurício, que foi fundamental para o sucesso da montagem da máquina.

V. DESCRIÇÃO DA MÁQUINA E VIABILIDADE

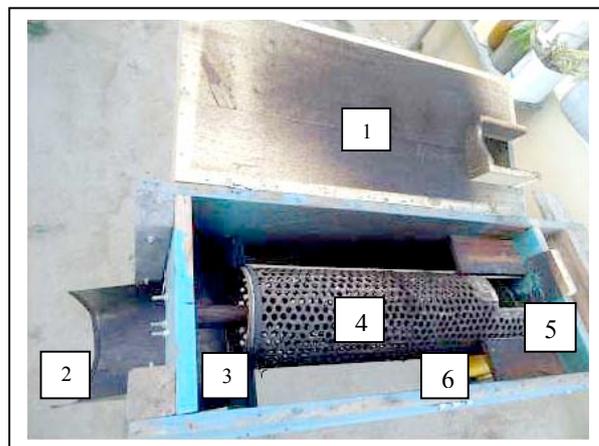


Figura 1 – A máquina de bater pimenta-do-reino

Com base na foto da máquina pode-se perceber a simplicidade da mesma. Poucas peças bem dispostas

produzidas artesanalmente pelo produtor, cada uma identificada a seguir:

- 1 - Bandeja;
- 2 - Bica de resíduos;
- 3 - Eixo;
- 4 - Peneira;
- 5 - Porta de entrada;
- 6 - Motor.

Conforme descrição, a máquina possui 1,3 metros de comprimento por 42 centímetros de largura e 80 centímetros de altura. Para todo o processo de montagem da mesma, incluindo-se a mão de obra, se gasta em torno de R\$ 550,00. Preço bem abaixo das máquinas com a mesma finalidade, que são comercializadas no município.

Esse invento do Sr. Marcos vai ao encontro com o que diz o Secretário da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Trabalho, Jadir Péla, que “é preciso ofertar bens e serviços públicos com maior eficiência, racionalidade e com menor agressão ao meio ambiente” e ainda que “Medidas que exigem versatilidade, criatividade, espírito inovador e, ao mesmo tempo, que sejam audaciosas sem deixar de serem, por isso, simples”, (Péla, 2013, p.29), uma vez que a máquina de bater pimenta-do-reino é simples, não agride o meio ambiente, pelo contrário, retira material do meio ambiente, além de facilitar o processo de batimento e secagem e minimizar os custos para os pequenos produtores, podendo oferecer um produto final com mais qualidade e com menor preço para o mercado consumidor.

Quando tratamos de mercado consumidor e demanda, um fato curioso deve ser observado: nem sempre é preciso ter grande demanda para que o produto tenha saída no mercado. No caso aqui analisado, a aceitação da máquina pelo mercado depende da necessidade evidenciada pelos pequenos produtores para reduzir os custos após a colheita da pimenta. Possivelmente, muitos produtores da região vão preferir processar sua pimenta nos mesmos locais de secagem, uma vez que não dispõem de espaços em suas propriedades para processar, secar e armazenar.

Não há nesse caso concorrência, porque a máquina industrial já é comercializada com um preço muito superior. Hoje, ela é produzida e comercializada no município de Jaguaré-ES, por cerca de R\$ 2.800,00, preço bem acima da proposta para a fabricação da máquina de pimenta analisada neste artigo.

Destaque-se também que muitas pessoas acreditam que seus concorrentes são aqueles que vendem os mesmos produtos que elas. Na verdade as concorrências são muitas e é necessário identificá-las para fazer o planejamento da comercialização desses novos produtos no mercado.

Por se falar em empreendimento, duas características se destacam para o sucesso ou fracasso do mesmo: a escolha e o planejamento adequado do negócio.

De acordo com Siqueira (2004, p. 87-88) : “Para isso, deve-se se ter a concepção de como encontrar a boa ideia, o negócio que encha os olhos do mercado.[...]. Assim, para facilitar e chegar à sua descoberta, a uma invenção, seja por intuição ou insight, sugerimos o seguinte procedimento:

* Fase de pesquisa - nessa fase, é necessário se perguntar: o que eu posso fazer semelhante ou mais criativo, de melhor qualidade e mais barato que os concorrentes;

* Fase de criação - esboce o produto ou serviço fruto de sua descoberta;

* Fase juiz - as alternativas de produtos e serviços estarão em julgamento;

* Fase guerreira - é a fase de montagem, planejamento e venda do produto”.

Percebe-se que com o seu invento, até hoje, o produtor Sr. Marcos executou as duas primeiras fases acima citadas e o produto já se destaca pelo baixo custo e eficácia. Posteriormente patenteará o invento e o divulgará no mercado com auxílio de instituições governamentais e não governamentais, como o BANDES, pois de acordo com o diretor-presidente Guilherme Henrique Pereira, “Há demanda em cada fase de implantação de um produto ou serviço inovador, e o BANDES apoia todas elas”. Ainda acrescenta que “O BANDES por sua vez lançou a linha Bandes Crédito Fácil para facilitar a vida do cliente que busca investir no próprio negócio (T.I. ES, p. 34).

Nota-se que diante dos bons preços pagos pelo quilo da pimenta-do-reino no município de Jaguaré-ES, inúmeros proprietários viram vantagens no investimento desse plantio, e assim sendo, empréstimos foram solicitados e concedidos, surgindo então muitos plantios novos, sendo esses investimentos feitos por pequenos, médios e até mesmo grandes produtores locais. Esses novos plantios demandam em média, cerca de R\$17,01 por planta, de acordo com o Consultor rural o Sr. Marcos Antônio Lopes de Araújo, considerando-se a estaca de madeira tratada, a muda, a adubação, a mão de obra e o plantio no 1º ano. Depois disso, ela já produzirá e terá geração de lucro que a manterá e enriquecerá o produtor, na atual conjuntura socioeconômica.

Analisando a qualidade da máquina, apresentar-se-á o cálculo que comprova sua produção em grande escala: supondo que o produtor rural colha em sua propriedade 2000 kg de pimenta in natura e que o mesmo paga 2% para cada vez que utilizar os serviços para bater a pimenta, então pagará cerca de 40 kg de pimenta madura pelo serviço. Sob essa ótica, os 40 kg após a secagem darão em média 12 kg secos. O preço atualmente é de R\$15,00 por kg seco. Assim pagará pelo serviço R\$180,00.

A safra da pimenta-do-reino é de pelo menos duas vezes ao ano. Dessa forma, em duas vezes pelo processo, o pequeno produtor pagará R\$ 360,00 anualmente. A máquina tem custo de R\$ 550,00, ou seja, bastarão três colheitas com a utilização da máquina, para que a mesma seja paga pelo serviço necessário e a partir daí a sua utilização só gera renda, da óptica do batimento e secagem da pimenta.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criatividade existe no universo das ideias, em que os processos são cognitivos; a invenção, no universo das tecnologias, em que os processos são tecnológicos; e a inovação, no universo dos mercados, em que os processos são empresariais. E a criatividade surge do fruto da necessidade e estímulo do meio em que se vive. É preciso aumentar a produtividade e os lucros, agregando maior valor aos produtos sem destruir o meio ambiente; empresariar mesmo que pela sustentabilidade; desafiar as leis de mercado e incentivar a produção de novas invenções que promovam a equidade e o bem-estar das famílias agricultoras do Brasil.

O homem do campo sente a necessidade de criar estratégias que favoreçam sua qualidade de vida e ampliem seus lucros. Quando encontra dificuldades para permanecer na terra ou mesmo cuidar adequadamente, ele busca implementar alternativas que viabilizem melhoria na produção sem custos adicionais. Práticas bem sucedidas como esta invenção, destacam o estado do ES como o 2º maior produtor e exportador de pimenta-do-reino do país, o que melhora a autoestima do produtor e estimula o comércio do município e do entorno como um todo.

Considerando que somente no primeiro semestre de 2013, já foram exportadas quase 3,6 mil toneladas de pimenta para os Estados Unidos e vários países da Europa, Ásia e África, um volume 83% superior em relação ao mesmo período do ano passado. As divisas geradas com as exportações somaram US\$ 22,5 milhões de janeiro a junho deste ano, ficando atrás apenas de celulose e cafês, no ranking das exportações do agronegócio capixaba. Os preços convidativos e o baixo custo de manutenção da planta levaram muitos proprietários do município a substituir as pequenas áreas da monocultura do café pelo da pimenta-do-reino, gerando também lucratividade para os viveiristas, que não dão conta de atender a demanda.

Como os produtores buscam ampliar seus lucros com alternativas diversas para pagar os financiamentos obtidos nos bancos e ela se torna mais uma ferramenta do homem do campo para reduzir custos, ter praticidade após a colheita e ampliar as possibilidades de renda e permanência na lavoura, verifica-se então, a importância da proposta para a fabricação da máquina de processar pimenta-do-reino como alternativa sustentável e viável em função do baixo custo do processo de produção, tendo em vista o valor a ser pago pelo processamento do produto em máquinas industriais. Além disso, o produtor desprovido de recursos pode optar por produzi-la com materiais recicláveis, o que protege o meio ambiente e gera a sustentabilidade tão almejada no planeta.

Assim, o projeto da máquina torna-se diferente porque nasceu para aproveitar recursos e materiais existentes na propriedade por meio do ócio produtivo e deve ganhar força na região, tornando-se um empreendimento, na medida que for mais popular e a procura por ela se intensificar, já que a maior parte dos plantios encontram-se ainda jovens e portanto, sem produção.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MATTOS, José Fernando; STOFFEL, Hiparcio Rafael; TEIXEIRA, Rodrigo de Araújo. **CNI. Mobilização Empresarial pela Inovação: cartilha: gestão da inovação** – Brasília, 2010. 47 p.:il.

FRARE, Ana Paola, *Et al.* **Princípios básicos para a comercialização de produtos e serviços de cooperativas e associações.** Rio de Janeiro. DP&A, 2001.

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

<http://www.idege.com.br/modules/news1/article.php?storyid=43> (acesso em 11/12/2013)

<http://www.rh.com.br/Portal/Criatividade/Artigo/6773/qual-a-diferenca-entre-invencao-e-inovacao.html#> (acesso em 11/12/2013)

http://www.spi.pt/documents/books/inovint/gi/experimentar.manual/1.1/cap_apresentacao.htm (acesso em 11/12/2013)

http://econativus.blogspot.com.br/2010/06/importancia-da-reciclagem-para-o-meio_11.html (acesso em 11/12/2013)

<http://www.ambientebrasil.com.br/compose...> (acesso em 11/12/2013)

http://www.psbnacamara.org.br/art_det.asp?det=112 (acesso em 11/12/2013)

<http://www.es.gov.br/Noticias/162129/es-e-o-2-em-producao-e-exportacao-de-pimenta-do-reino-do-pais.htm> (acesso em 11/12/2013)

http://www.spi.pt/documents/books/inovint/gi/experimentar.manual/1.1/cap_apresentacao.htm (acesso em 11/12/2013)

OCDE. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta de dados sobre inovação.** Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf>. Acesso em: maio de 2011.

SIQUEIRA, Carlos Aquila. **Grandes ideias para pequenos e micronegócios.** Rio de Janeiro. DP&A, 2004.

T.I. Espírito Santo. **A Revista da Tecnologia da Informação do Espírito Santo /** Publicação Oficial do Sindinfo – ES. Next Editorial, ES, novembro 2013, ano 1, nº 1.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVETT, K. **Gestão da Inovação.** São Paulo: Bookman, 2008.

VIII. DISCIPLINA E PROFESSOR ORIENTADOR

Disciplina: Gestão da Inovação Tecnológica
Professor: Dr Luciano Raizer Moura

IX. COPYRIGHT

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

AS EMOÇÕES DOS PROFESSORES DE LI AO ENSINAR COM O AUXILIO DAS NOVAS TECNOLOGIAS

MICHELE MACEDO DOS SANTOS¹
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
michelemacedo.uesc@hotmail.com

Resumo - As novas tecnologias tem se inserido cada dia mais no contexto escolar, surgindo inicialmente como proposta de tornar as aulas mais dinâmicas e dialógicas. Diante desse contexto, o presente artigo, através do relato parcial de investigação que ora desenvolve, busca refletir como se dão as emoções dos professores de Língua Inglesa ao serem desafiados pelas novas tecnologias. Para isso, será abordado sobre as contribuições das reflexões de Bakhtin sobre a linguagem, aprofundando o conceito de alteridade para o entendimento da função do pesquisador ao falar sobre os papéis dos professores de LI e discutido sobre a intervenção das emoções na prática dos professores de LI.

Palavras chave: *Novas Tecnologias. Professores de LI. Emoções.*

tarefa por conta própria; a autonomia é um estágio a que se chega.” (LEFFA, 2003, p.5). Convém salientar que nesse contexto, a língua é tratada como algo heterogêneo e contextualizada conforme recomendado nas orientações curriculares.

Neste artigo, proponho-me a investigar as emoções do professor de LI no contexto de letramento digital a partir de uma revisão bibliográfica, mostrando com as investigações a respeito das linguagens tomam como suporte teórico Bakhtin e o círculo, aprofundando o conceito de alteridade na fala dos pesquisadores e descrevendo como as emoções podem interferir nas práticas dos professores de LI.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente os professores são desafiados a encontrar propostas de ensino que contemplem o uso das novas tecnologias. Entretanto, segundo Aragão (2009) estudos apontam que existe um despreparo dos professores para utilizar as novas tecnologias e esse fator tem sido o responsável pela resistência dos professores em utilizar as TICS nas aulas de LI. A todo tempo o professor é chamado a buscar maneiras de tornar suas aulas mais dinâmicas e dialógicas dando a oportunidade de continuar estudando e interagindo em situações reais. Dessa forma, é pertinente investigar como os professores de LI se sentem no contexto tecnológico face ao letramento digital, pois na atualidade o professor não pode deixar de contemplar esse aspecto em suas aulas já que o letramento digital tornou-se uma prática necessária na qual a maioria dos professores não foi preparada para exercer, suscitando então múltiplas emoções que interferem na sua prática docente. O letramento digital aqui é entendido como sendo a capacidade que tem o indivíduo de responder adequadamente às demandas sociais que envolvem a utilização dos recursos tecnológicos e da escrita no meio digital se tornando imprescindível a plena conquista da cidadania.

No processo de inserção das novas linguagens e tecnologias no ensino de Língua Inglesa, o professor faz com que seus alunos ganhem autonomia nas atividades e, quando necessário, pode intervir no processo de aprendizagem, ou seja, “Ainda que o desempenho do aluno tenha que ser assistido durante certo período, há pelo menos a previsão de que no futuro o aluno será capaz de executar a

II. AS REFLEXÕES DE BAKHTIN SOBRE A LINGUAGEM

Os conceitos de Bakhtin têm exercido bastante influência na Linguística, sobretudo na área de Linguística aplicada, em pesquisas relacionadas ao ensino/aprendizagem de línguas. Nas aulas de língua inglesa no contexto tecnológico é notável que as concepções desse teórico apresentam-se inseridas nas metodologias e nos objetivos das aulas. Dessa forma, constata-se que o pensamento bakhtiniano tem sido norteador para sustentar as propostas pedagógicas do ensino de LI. Neste artigo, considerando o ensino de LI através do contexto digital, observamos que ele tem sido feito através de interação e trocas de experiências, ou seja, conceitos explorados por Bakhtin ao falar de polifonia, dialogismo e gêneros discursivos.

Bakhtin em seu livro “Marxismo e filosofia de linguagem” desenvolveu críticas e reflexões acerca da tradição do Objetivismo Abstrato que tinha uma concepção de língua como acabada e de estrutura homogênea e por isso, o ensino de línguas era baseado numa perspectiva formal, descontextualizada do momento interacional. Portanto, a crítica feita por Bakhtin foi de suma importância, pois possibilitou-nos hoje tratar a língua como algo heterogêneo e contextualizada através do auxílio das novas tecnologias.

A teoria bakhtiniana prioriza o caráter interacional enunciativo discursivo da linguagem, considerando que a linguagem está sempre a serviço de um locutor que a usa numa determinada condição. Entretanto, a representação da língua como um produto pronto e acabado, capaz de ser

transmitida homoganeamente atravessou a tradição da pesquisa lingüística, bem como migrou para o ensino de línguas. Assim se manifesta Bakhtin: A reflexão lingüística de caráter formal-sistemático foi inevitavelmente coagida a adotar em relação às línguas vivas uma posição conservadora e acadêmica, isto é, a tratar a língua viva como se fosse algo acabado, o que implica uma atitude hostil em relação a todas as inovações lingüísticas (BAKHTIN, 1988, p. 104).

A partir da concepção de língua como estrutura transformou e reforçou o ensino de LI artificial, não alcançando a essência da linguagem, uma vez que as implicações ideológicas, sociais e axiológicas são preponderantes na produção do sentido e por isso, não devem ser desconsiderados pelos estudos da linguagem. Enfocar a língua desvinculada de seu caráter semiótico-ideológico, de suas condições de enunciação e de produção de sentido, promove, algumas vezes, um ensino de língua desprovido de sentido, o que pode levar, a uma dificuldade de aprendizagem, de uma apropriação deficiente da leitura e da escrita, já que esse enfoque de ensino pode desencadear uma dificuldade do aprendiz em identificar nesse ensino a língua que usa, pois como afirma Bakhtin, o falante não assimila as formas da língua, mas as condições em que a língua produz sentido para ele (LIMA, 2010, p.6).

Conforme as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio da área de linguagens e códigos, o ensino de línguas deve contribuir para a construção da cidadania e, isso implica introduzir o aluno no contexto de debate que discuta valores e reflita sobre a construção da própria identidade. Ao ler as OCEM/LE fica evidente que o professor tem múltiplos papéis a desempenhar e dessa maneira, podemos refletir se os profissionais de Letras que estão em exercício da profissão tiveram uma formação sólida e capaz de atender a todas essas demandas requisitadas pelos documentos oficiais bem como para saber inserir as novas tecnologias no ambiente escolar com propósitos educacionais.

Paiva (2005) faz uma crítica aos parâmetros curriculares nacionais por ter como foco prioritário a leitura, quando na realidade o ensino é repetitivo e não contextualizado e isso resulta em um ensino que não ensina nem as habilidades orais nem as escritas, ignorando a produção do sentido. É importante ressaltar que quando o professor de LI escolhe utilizar o Método da Gramática e Tradução, por exemplo, a Língua Inglesa é apresentada aos alunos de forma fragmentada, pois as atividades de “writing” são reduzidas a frases isoladas, não favorecendo aos aprendizes terem autonomia na língua que lhe é ensinada. É nesse contexto, que as orientações curriculares fazem uma reflexão a respeito do que seja a percepção de escrita mediada e contextualizada com a língua e cultura. Dessa forma, a atividades propostas pelos professores de LI devem ser vinculadas ao contexto de seus usos e de seus usuários, surgindo então conceito de letramento para se referir aos usos heterogêneos da linguagem em práticas socioculturais contextualizadas e o conceito de multiletramento para dar conta da extrema complexidade desses novos e complexos usos da linguagem por novas comunidades e prática.

Podemos constatar que o professor de LI da atualidade, tem tido uma tendência em ter os parâmetros bakhtinianos como suporte para uma postura teórico metodológica no

ensino de LI, pois o estudo da linguagem humana enquanto uma atividade cognitiva, tem tido uma tendência de ser orientada pela ação comunicativa, ou seja, ao ensino de LI têm sido incorporadas questões relacionadas ao sujeito do discurso contemplando as relações dialógicas.

Segundo Bakhtin (1992), estudar e compreender os aspectos e formas de relação dialógica entre enunciados, encontrados em diversos gêneros discursivos, plenos de orientações valorativas, em síntese, elementos que, embora alheios ao sistema lingüístico, remetem para ao próprio funcionamento do enunciado, no qual se fazem ressoar vozes, algumas vezes longínquas e até imperceptíveis, possibilita-nos compreender o ensino de LI como manifestação de consciências que dialogam, debatem, concordam, discordam, silenciam a voz do outro ou a si próprio, expressando valores, plurais ou não, personificação de diferentes sujeitos de diferentes visões de mundo.

III. REFLETINDO SOBRE ALTERIDADE NAS FALAS DOS PESQUISADORES SOBRE O PAPEL DO PROFESSOR DE LI

A leitura de textos científicos sobre o ensino de línguas permite-nos perceber que o pesquisador a todo tempo atribui diversas funções a serem exercidas pelo professor, além disso, descreve possíveis falhas e possibilidades de solucionar os problemas na prática em sala de aula. Na verdade, a forma como ele descreve parece que essas atribuições competem ao outro, esquecendo-se da alteridade. Assim, levar em conta a alteridade torna-se pertinente pelo fato de ser através dela que ele será capaz de apreender no outro a sua plenitude da sua dignidade, dos seus direitos e das diferenças. Convém ressaltar que apesar do conceito da alteridade se fundar no princípio da diferença, isso não implica juízo de valor e por isso não cabe o pesquisador julgar o saber fazer do professor, mas pensar teórico metodologicamente esse saber fazer, considerando as diferenças.

O pesquisador do ensino de LI é chamado a transformar seus textos científicos em textos de alteridade, sendo consolidado socialmente, através das palavras dos signos (GEGE, 2009). Isso consiste em o pesquisador ser capaz de conhecer a realidade ocupada pelo professor sobre quem ele fala, para assim alterar sua maneira de dizer, ou seja, ele não vai apenas dizer o que ocorre, mas conseguirá sobretudo compreender o porquê ocorre e assim propor alternativas para a situação não apenas observada mais também conhecida por ele. Quando o pesquisador realiza uma pesquisa e não é capaz de se reconhecer e se identificar na condição do professor sobre quem ele fala, ele pode desqualificar a prática do professor negando sua individualidade. Além disso, o pesquisador impossibilita o seu próprio crescimento, porque ele perde o que poderia ver, aprender e desenvolver perante o olhar do outro que ele não foi capaz de reconhecer. Portanto, é preciso contemplar as diferenças e entender que quando eu nomeio, eu me nomeio e sem o outro eu não sei quem sou, porque apenas sou em relação e em sociedade.

A linguagem do pesquisador está ligada à sua posição enquanto tal, apesar de ela ser mimética, o seu ser reflete no outro, refratando-se, pois a partir do momento que o indivíduo se constitui, ele também se altera constantemente através das palavras e das interações. Por isso, ao utilizá-la

ele considera quem é seu interlocutor, mesmo quando ele é o próprio interlocutor. Por isso, ele não reflete ninguém (nem mesmo o professor que ele fala), ele acaba se colocando com o sujeito nessa linguagem. Segundo o grupo de estudos do gênero do discurso (2009) “Toda refração ideológica do ser em processo de formação, seja qual for a natureza de significante, é acompanhada de uma refração ideológica verbal”. Dessa maneira, a fala do pesquisador é marcada pelo eu e o outro nessa troca, essa alteridade é a marca constitutiva da linguagem. Por isso, a enunciação é marcada pelas crenças do eu e do outro, elas se entrelaçam e acabam construindo sentido.

Dessa maneira, podemos perceber que a construção da identidade do sujeito se constitui por meio das relações dialógicas e valorativas com outros sujeitos, na qual a alteridade marca o ser humano, pois o outro é imprescindível para sua constituição, tornando-se então, um fundamento da identidade. Em mundo de contradições, de diversos encontros e desencontros entre teorias e práticas, a identidade social do professor de LI vem sendo construída pela forma como esse tem se relacionado com as práticas no contexto tecnológico do mundo contemporâneo. Nesta seção, a partir de uma perspectiva sócio histórica do discurso, me apropriei da visão bakhtiniana de linguagem que corrobora o princípio de que as relações de sujeitos e sentidos constituem as identidades.

É notável que ultimamente houve mudanças significativas nas atribuições do professor de LI que se traduzem em ter que adaptar suas aulas para um contexto tecnológico, dando espaço para um processo de ensino/aprendizagem mais interativo. Além disso, o acesso e facilidade às informações proporcionou uma ampliação nas diversas formas de ver e viver as experiências humanas, contribuindo para se repensar e redefinir as relações e as identidades construídas no contexto cibernético.

Ao pesquisar a prática dos professores, percebemos que eles acabam que internalizam os discursos de alguns outros professores isso reflete nos seus discursos, pois ao ecoar enunciados dos outros, a linguagem adquire segundo Bakhtin (2003) um caráter heteroglóssico tanto quanto dialógico, uma vez que esses enunciados pressupõem uma atitude responsiva ao(s) outro(s) a quem eles se dirigem. Portanto, a enunciação do pesquisador não pode ser atribuída somente a ele, pois é produto da interação entre falantes, produto de uma interação social onde ele pesquisou.

A alteridade dessa forma numa perspectiva bakhtiniana não concebe um destinatário como pacífico, pois a sua relação é em relação à fala do locutor sempre é responsiva ativa e materializa-se na resposta que muitas vezes pode ser feita através de objeção, concordância, etc. Convém ressaltar que, Bakhtin sinaliza que o discurso verbal, em qualquer esfera da vida, não pode ser compreendido fora da situação social que o engendra, não existindo isoladamente na medida em que participa do fluxo social em um constante processo de interação e troca com outras formas de comunicação.

Assim, é necessário pensar na relação entre identidade, alteridade e emoção, pois nas relações sociais, através da linguagem, somos constantemente afetados pelos outros, e assim, estes tomam parte no processo da nossa formação humana. Para Bakhtin, as relações de alteridade participam dialogicamente de todas as instâncias da constituição do

sujeito. A filosofia proposta por este autor desloca o centro organizador das enunciações/ações individual do horizonte do eu para o horizonte do outro desestabilizando a visão de mundo dominante em nossa cultura. Portanto, as relações alteritárias que nos constituem são diversas e diversos são os contextos em que se estabelecem. Esses encontros com outros impedem a instituição de uma identidade concluída e estável do eu, que não pode deixar de ser também diversa e múltipla. Dessa forma, a alteridade é o ponto de partida fomentador de toda atividade do eu, e que, por consequência coloca a identidade do eu em um lugar de inacabamento e instabilidade, visto que a identidade é um movimento em direção ao outro, um reconhecimento de si pelo outro que tanto pode ser a sociedade como a cultura. E o elo é a linguagem. Através da palavra, defino-me em relação ao outro, em última análise, em relação à coletividade. (...) A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor (BAKHTIN, 1929, p.113). Sendo assim, é fundamental compreender as emoções dos professores de LI para o melhor entendimento de como se constituem suas identidades, pois as emoções também são produzidas socialmente e essa construção social implica em efeitos variados para as interações bem como para a coletividade.

IV. A INTERVENÇÃO DAS EMOÇÕES NA PRÁTICA DOS PROFESSORES DE LI

As pesquisas no ramo da LA tem mostrado que as emoções podem interferir no processo de ensino e aprendizagem de LI, pois a afetividade é considerada como parte constituinte e formadora da personalidade do indivíduo. Segundo Sutton e Wheatley (2003) junto com a motivação e cognição, psicólogos reconhecem agora as emoções como uma das três classes fundamentais das operações mentais. A investigação dos estados afetivos vivenciados por professores em suas práticas é importante por possibilitar uma compreensão maior da complexidade que envolve as ações de ensinar e aprender, pois conforme Almeida Filho (2005) os fatores afetivos são amplamente influentes na qualidade dos processos de ensino/aprendizagem obtidos, além disso, eles causam impacto positivo ou negativo na vida profissional dos professores, colorindo suas práticas e mostrando relações com suas crenças, identidades e tomada de decisões, por exemplo, (HARGREAVES, 1998). É por meio das emoções que os pesquisadores da LA tentam compreender como os aprendizes de LI variam em nível, grau e forma de aprendizagem, apontando que os traços emocionais podem facilitar ou impedir a aprendizagem.

Segundo Zenti (2000), os professores da Educação básica de LI deparam-se constantemente com alunos desmotivados. Essa realidade interfere de forma significativa na prática docente por envolver os estados afetivos desse profissional. Segundo Cavenagh (2009) um estudante motivado mostra-se envolvido de forma ativa no processo de aprendizagem, com esforço, persistência e até entusiasmo na realização de tarefas, desenvolvendo habilidades e superando desafios. A afetividade como fator motivacional pode funcionar como a chave primordial no processo de ensino e aprendizagem.

O Estado afetivo criado pelo professor pode influenciar o aluno a despertar para o processo de aprendizagem de LI, por isso o educador precisa efetivar esforços para que suas atividades sejam motivadoras, criando um ambiente

prazeroso para atividade. É necessário que o professor em sala de aula desenvolva relações afetivas com o aluno, expressando seu interesse pelo desenvolvimento do aluno, respeitando e sendo respeitado (ALMEIDA, 1993).

Somente ao final da década de 70 que os estudos sobre as emoções sofreram mudanças, pois eram, até então, marginalizados pela psicologia, eram considerados não científicos. Nas décadas de setenta e oitenta as produções acadêmicas pautando a afetividade eram muito poucas e as pesquisas em geral colocavam o professor como responsável direto pelo surgimento de situações disparadoras de emoções e sentimentos nos alunos (ALMEIDA e MAHONEY 2009). Somente após final da década de setenta é que as pesquisas em LA passaram a compreender melhor a relevância da dimensão afetiva na constituição do sujeito e do conhecimento, buscando identificar a presença de aspectos afetivos na relação professor-aluno.

Na verdade, o professor no contexto de trabalho está em constante vulnerabilidade emocional por atuar num ambiente onde as interações humanas se pautam, sobremaneira, sob regras, políticas, reformas, mudanças e relações de poder, tendo em vista que esses aspectos podem estar ou não de acordo com suas visões, crenças, opiniões e convicções, ou seja, as emoções, acabam por influenciar a formação da identidade do professor devido ao seu entrelaçamento com as crenças e relações de poder que permeiam os discursos no ambiente tanto dentro como fora da sala de aula (ZEMBYLAS, 2003b). Por isso, considero que a emoção deve ser vista como algo que é socialmente construído e que a razão para um indivíduo vivenciar determinadas emoções e sentimentos é fruto das forças das relações sociais sobre o indivíduo.

O profissional que está atento para aos aspectos afetivos pode proporcionar um ensino mais efetivo, auxiliando os alunos a superarem emoções negativas que inibem sua aprendizagem e fomentando emoções que facilitem o processo (GOLEMAN, 1995). Portanto, a emoção não é vista como algo que se opõe a razão, mas como algo que está na essência do humano e suas ações. Assim, a emoção é considerada um grande referencial no agir humano, pois, é definida como disposições corporais dinâmicas que definem diferentes domínios de ação em que nos movemos, apontando que quando mudamos de emoção, mudamos de domínio de ação (MATURANA, 1998, p.15).

Portanto, os aspectos afetivos já constituem um papel importante nas pesquisas na área de Linguística Aplicada por exercerem influências positivas e negativas nesse processo sendo capazes de explicar, desta forma, as razões que levam ao fracasso ou sucesso na aprendizagem da língua estrangeira. Assim, “a emoção pode ser a base fundamental da motivação, que merece muito mais atenção no domínio da aprendizagem de línguas” (MACINTYRE, 2002, p.45).

V. CONCLUSÃO

A perspectiva filosófica acerca da linguagem trazida por Bakhtin contribuiu para mudar a metodologia do ensino de língua que passou a considerar a interação discursiva como algo essencial para construir sentidos. Este outro modo de olhar o texto, no processo de ensino e aprendizagem da Língua inglesa, não significa voltar ao estudo dos conteúdos, mas sim, em compreender linguagem

como uma prática discursiva, possibilitar ao aluno exercitar-se criticamente, reconhecer nos seus enunciados, em sua produção discursiva, suas próprias vozes e os processos de apropriação das vozes alheias, as posições de sujeito com as quais se identifica, e para quais valores sociais, éticos e morais, sinalizam. Desta maneira, entendemos, o ensino da língua inglesa poderá contribuir para a formação de um cidadão crítico e reflexivo, a partir do reconhecimento e conscientização de seu próprio discurso e do discurso alheio.

A transformação no ensino de LI aconteceu devido aos fatores internos que são aqueles inerentes a evolução da própria área do conhecimento sobre linguagem, tanto quanto por fatores externos tais como a demanda por cidadãos críticos capazes de agir em diferentes contextos seja através de gêneros escritos ou orais conforme a proposta dos documentos oficiais de ensino.

Ao falar do uso das novas tecnologias no ensino de LI, não podemos deixar de nos atentar para as questões emocionais, pois elas são capazes de influenciar na formação da identidade do professor, bem como interferir nas práticas pedagógicas. Assim, o comportamento do professor em relação aos alunos é de fundamental importância para que a aprendizagem ocorra, pois o sentimento de medo, por exemplo, faz com que a atenção do aluno se volte para autodefesa, enquanto deveria estar focada no conteúdo a ser apreendido.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA FILHO, José Carlos Paes de. *Dimensões comunicativas no ensino de línguas*. Campinas, SP: Pontes, 1993.
- ALMEIDA, L. R. e MAHONEY, A. A. **Afetividade e processo ensino-aprendizagem**: um estudo com professores do ensino superior. In: ALMEIDA e MAHONEY (Orgs.). *Afetividade e aprendizagem: contribuições de Henri Wallon*. São Paulo. Loyola, 2009.
- ARAGÃO, R. C. . Mídias Digitais na Formação de Professores de Línguas na UESC. In: III Encontro Nacional sobre Hipertexto, 2009, Belo Horizonte.
- BAKHTIN, M.;VOLOCHINOV, V.N. **Marxismo e filosofia da linguagem**,1929.Trad. Michel Lahud; Yara Frateschi Vieira. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 1995. 1988
- BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**.1. ed. São Paulo:Martins Fontes, 1992
- BAKHTIN, Mikhail. **Problemas da poética de Dostoievski**. Trad. Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Forense, 1981
- BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- CAVENAGH, Ana Raquel Abelha. Uma perspectiva autodeterminada da motivação para aprender,2009. Em : < http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_2/m101_09.pdf línguaEstrangeiranocontextoescolar> Acesso em 07 de março de 2013.
- GEGE, Grupo de Estudos dos Gêneros do Discurso. *Palavras e contrapalavras: glossariando conceitos, categorias e noções de Bakhtin*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2009.
- GOLEMAN, D. *Emotional Intelligence*. New York: Bantam, 1995.

- HARGRAVES, A. The emotional practice of teaching. *Teaching and Teacher Education*, Vol. 14, No. 8, p. 835-854, 1998.
- LEFFA, V. J. . Quando menos é mais: a autonomia na aprendizagem de línguas. In: Christine Nicolaidis; Isabella Mozzillo; Lia Pachalski; Maristela Machado; Vera Fernandes. (Org.). *O desenvolvimento da autonomia no ambiente de aprendizagem de línguas estrangeiras*. Pelotas: UFPEL, 2003.
- LIMA, S.M.M. **Língua, poder e ensino - uma reflexão a partir da teoria Bakhtiniana na UEM**. In: IV Colóquio de estudos linguísticos e literários, 2010, Paraná.
- MACINTYRE, P. D. Motivation, anxiety and emotion in second language acquisition. In: ROBINSON, P. **Individual Differences in Instructed Language Learning**. Philadelphia: John Benjamins, 2002
- MATURANA, Humberto. *Emoções e Linguagem na Educação e na Política*. Belo Horizonte, UFMG, 1998.
- PAIVA, V.L.M.O. Memórias de aprendizagem de professores de língua inglesa. Trabalho apresentado no XXI JELI (Jornada de Estudos de Língua Inglesa), 2005b. Disponível em <http://www.veramenezes.com/narprofessores.htm>, acesso em 26 de maio de 2013.
- SUTTON, R. E. e WHEATLEY, K. F. Teachers' emotions and teaching: a review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*. Vol. 15, No. 4, p. 327-358, 2003.
- ZEMBYLAS, M. Emotions and teacher identity: a poststructural perspective. *Teachers and Teaching: theory and practice*. Vol. 9, No, 3, p. 213-238. 2003b.
- ZENTI, L. Aulas que seus alunos vão lembrar por muito tempo: motivação é a chave para ensinar a importância do estudo na vida de cada um de nós. *Nova Escola*, São Paulo: Abril, v. 134, ago. 2000.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: A autora Michele Macedo dos Santos é a única responsável pelo material incluído no artigo.

UMA REFLEXÃO CRÍTICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A SUSTENTABILIDADE NUMA PERSPECTIVA CONTEMPORÂNEA

HAROLDO JUNIOR EVANGELISTA VIDAL
MESTRANDO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* – MESTRADO
PROFISSIONAL EM GESTÃO SOCIAL, EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
FACULDADE VALE DO CRICARÉ – FVC
haroldovidal@hotmail.com

Resumo - *É importante destacar a necessidade da Educação Ambiental nas escolas de ensino fundamental, médio e superior. Não no sentido de haver uma cadeira específica para tal, mas entrelaçada em todas as demais disciplinas. A principal tarefa da Educação Ambiental é o desenvolvimento do Senso Crítico, pois assim estará sendo dada a chance das pequenas comunidades afastadas dos grandes centros e da população em geral a dizerem “não” aos especuladores que só querem lucrar, sem se preocuparem com o ambiente, com as demais culturas e com futuros problemas sociais decorrentes da falta de sustentabilidade. Os demais objetivos são conscientizar as pessoas sobre o drama dos problemas ambientais que clamam por soluções imediatas; prover conhecimento abrangente às comunidades, para que estas possam discutir sobre projetos ambientais dentro de suas comunidades e mudar o comportamento, ou seja, transformar pessoas e comunidades passivas em agentes ativos e lutadores por seus direitos. O desenvolvimento urbano deve ser feito com um extensivo trabalho de planejamento, pois o crescimento demográfico nos países em desenvolvimento é acentuado. Os problemas provenientes da falta do planejamento urbano estão mais próximos do que parece. Este trabalho visa um estudo bibliográfico levantando a importância da consciência e do senso crítico relacionado à educação ambiental.*

Palavras-chave: *Conscientização. Sustentabilidade. Planejamento. Preservação Ambiental e Participação Política.*

I. INTRODUÇÃO

Atualmente o conceito de ecologia passou a ter enorme ampliação, deixando para trás a singularidade biológica para abraçar aspectos legais, morais, socioeconômicos, políticos etc., caracterizando a multidisciplinaridade das relações que ocorrem em todos e quaisquer ecossistemas.

Historicamente, um forte agravante dos abusos ambientais é a Revolução Industrial, no século XVIII. Neste momento – impulsionador explícito do Turismo – os meios de transporte desenvolveram-se e com eles a dispersão dos povos europeus dentro da Europa e pelo mundo. Dois fatores complicadores quanto às questões ambientais nesta época foram os resíduos excedentes da produção industrial e o desenfreado crescimento demográfico.

Já sentimos, há tempos, reflexos deste “desenvolvimento” – senão retrocesso – mal, ou nada planejado. A Educação Ambiental tem como um de seus objetivos conscientizar os cidadãos e as cidadãs sobre a problemática ecológica que enfrentamos hoje em dia, afim de que as futuras gerações não sofram com estes e nem com novos problemas.

II. HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A qualificação ambiental incorporada ao conceito de educação surge e consolida-se a partir da década de setenta, como consequência da mudança de leitura que o homem começa a realizar do cenário de sua vida.

Segundo Sureda & Colom (1989, p.23) esta leitura, mais pessimista, contrastará com as ilusões e triunfalismos de épocas anteriores, em que se tinha a sensação de utilizar uma fonte de energia praticamente inesgotável, de que o desenvolvimento econômico possibilitaria o progresso de todas as nações e que a ciência e a tecnologia seriam capazes de dar solução a qualquer acontecimento imprevisto. Os problemas energéticos, a recessão econômica, a deterioração das estruturas físicas da biosfera, o aumento do fosso que separa os países 'ricos' dos países 'pobres', a geração contínua de conflitos armados etc., contrastaram com as esperanças alimentadas em épocas passadas, iniciando uma fase de preocupações com o futuro do mundo e a sobrevivência da humanidade, preocupações estas de cunho catastrófico (SUREDA & COLOM, *op.cit.*).

Surgem, durante esse período, vários trabalhos desenvolvidos por diversos organismos e agências tanto estatais como internacionais, mostrando os impactos do homem sobre os ecossistemas e o planeta, e apresentando uma visão catastrófica do mundo no futuro. Relatórios como Limites do Crescimento, elaborado e publicado pelo Clube de Roma em 1972, alertava para a questão da limitação de alimentos diante do aumento populacional e o provável colapso das sociedades futuras (SGUAREZZI, 1997).

Esse relatório, como todos os outros produzidos durante esse período, ainda é formulado com preocupações basicamente naturalísticas, trazendo concepções baseadas

nas ciências naturais, não sendo levados em conta todas às questões de ordem política e econômica e a relação entre pobreza e degradação ambiental. Diante desse quadro a EA surge como uma das estratégias para enfrentar os problemas ambientais e evitar uma possível catástrofe: a extinção do homem. Ela tinha como objetivo, basicamente, desenvolver um progressivo senso de preocupação com o meio ambiente, baseado em um completo e sensível entendimento das relações do homem com o ambiente a sua volta (MELLOWS *apud* DIAS, 2000).

Dessa forma pretendia criar condições de mudanças comportamentais e de valores na relação da sociedade com o meio, vindo a solidificar uma nova ética, onde o princípio da conservação ambiental é condição *sine qua non*¹ para a sobrevivência humana. Apesar de se perceber a necessidade de se instaurar novos comportamentos e valores, uma reflexão mais profunda da educação ambiental se inicia apenas a partir dos trabalhos elaborados no quadro do programa UNESCO-PNUMA, organismo da ONU responsável pela divulgação e realização dessa nova perspectiva educativa.

Esse programa tem início a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, onde começa a se desenvolver um corpo teórico mais sólido da EA, resgatando-a das estreitas concepções disciplinares e situando o tema em um marco amplo, que ainda que difuso, possibilita e exige desenvolvimentos tanto teóricos como práticos (SUREDA & COLOM, 1989). É a partir de Estocolmo que o termo educação ambiental se consolida sendo considerada como campo da ação pedagógica, adquirindo relevância e vigência internacionais.

As discussões em relação à natureza da Educação Ambiental passaram a ser desencadeadas e os pontos consensuais foram reunidos nos Princípios de Educação Ambiental, estabelecidos no seminário realizado em Tammi (Comissão Nacional Finlandesa para a UNESCO, 1974). Esse seminário considerou que a Educação Ambiental permite alcançar os objetivos de proteção ambiental e que não se trata de um ramo da ciência ou uma matéria de estudos separada, mas de uma educação integral permanente.

Também, no mesmo ano, a UNESCO, em colaboração com o Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (PNUMA), em resposta à recomendação 96 da Conferência de Estocolmo, cria o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), destinado a promover, nos países-membros, a reflexão, a ação e a cooperação internacional nesse campo. Sem dúvida, a Conferência de Estocolmo configurou-se mais como um ponto centralizador para identificar os problemas ambientais do que como um começo da ação para resolvê-los.

Dois anos mais tarde, celebrou-se em Tbilisi, URSS, a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, que constitui, até hoje, o ponto culminante do Programa Internacional de Educação Ambiental.

Nessa conferência foram definidos os objetivos e as estratégias pertinentes em nível nacional e internacional.

Postulou-se que a Educação Ambiental é um elemento essencial para uma educação global, orientada para a resolução dos problemas por meio da participação ativa dos educandos na educação formal e não-formal, em favor do bem-estar da comunidade humana (DIAS, 2000).

Vinte anos após Estocolmo, a Conferência Rio-92 estabelece uma proposta de ação para os próximos anos, denominada Agenda 21. Esse documento procura assegurar o acesso universal ao ensino básico, conforme recomendações da Conferência de Educação Ambiental e da Conferência Mundial sobre Ensino para Todos: Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem.

De acordo com os preceitos da Agenda 21, deve-se promover, com a colaboração das organizações não-governamentais, inclusive as organizações de mulheres e de populações indígenas, todo tipo de programas de educação de adultos para incentivar a educação permanente sobre meio ambiente e desenvolvimento, centrando-se nos problemas locais. As indústrias devem estimular as escolas técnicas a incluírem o desenvolvimento sustentável em seus programas de ensino e treinamento. Nas universidades, os programas de pós-graduação devem contemplar cursos especialmente concebidos para capacitar os responsáveis pelas decisões que visem ao desenvolvimento sustentável (DIAS, 2000).

Em cumprimento às recomendações da Agenda 21 e aos preceitos constitucionais, é aprovado no Brasil o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), que prevê ações nos âmbitos de Educação Ambiental formal e não-formal. Na década de 1990, o Ministério da Educação (MEC), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) desenvolvem diversas ações para consolidar a Educação Ambiental no Brasil (DIAS, 2000).

Várias organizações estaduais do meio ambiente (OEMAs) implantam programas de Educação Ambiental e os municípios criam as secretarias municipais de meio ambiente, as quais, entre outras funções, desenvolvem atividades de Educação Ambiental.

Paralelamente, as ONG's têm desempenhado importante papel no processo de aprofundamento e expansão das ações de Educação Ambiental que completam e, muitas vezes, impulsionam iniciativas governamentais.

III. FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental não deve estar baseada, somente na transmissão de conteúdos específicos, levando-se em conta a não existência de um conteúdo único e sim vários dependendo das faixas etárias a que é destinada o contexto educativo. O conteúdo mais indicado deve ser originado do levantamento da problemática ambiental vivida cotidianamente pela comunidade a ser trabalhada e que se queira resolver.

Podemos usar conteúdos bem diversos na Educação Ambiental, tais como saneamento básico, degradação da fauna e flora, poluição em geral, efeito estufa, biodiversidade, reciclagem do lixo doméstico e industrial, energia nuclear, produção armamentista, esgoto clandestino, contaminação dos mananciais, assoreamento do solo,

¹ *Sine qua non* ou *conditio sine qua non* é uma expressão que se originou do termo legal em latim que pode ser traduzido como "sem a/o qual não pode ser". Refere-se a uma ação cuja condição ou ingrediente é indispensável e essencial.

degradação da vegetação litorânea, aterro de mangues, entre outros.

A Educação Ambiental não deve priorizar a transmissão de conceitos específicos da biologia e/ou geografia. No entanto, alguns conceitos básicos, tais como ecossistema, habitat, nicho ecológico, fotossíntese, cadeia alimentar, cadeia de energia etc.; devem ser compreendidos e não decorados.

Os conceitos acima citados têm como função fazer a ligação entre a ciência e os problemas ambientais cotidianos, dessa forma cada disciplina têm a sua contribuição a dar nas atividades de educação ambiental. O conteúdo deve possibilitar as pessoas (neste caso alunos) a fazerem ligações entre a ciência às questões imediatas e as mais gerais. Passados 30 anos da conferência de Estocolmo a educação ambiental se faz presente em praticamente todos os currículos escolares, na legislação ambiental, em programas governamentais etc. Porém, subjacente a esse aparente consenso, permeiam muitas concepções divergentes sobre o tema, orientando práticas qualitativamente distintas.

A vertente ecológico-conservacionista, frequente nas práticas ambientais disseminadas pelo Brasil, apresenta uma concepção de EA de caráter essencialmente técnico, reduzindo a questão ambiental a um compartimento disciplinar, num contexto a-político e a-histórico. Esse tipo de prática educativa caracteriza-se por enfatizar a educação ambiental enquanto o ensino de biologia ou ecologia, onde a apreensão de conceitos ecológicos é um pré-requisito básico para uma mudança de comportamento por parte dos indivíduos, instaurador de uma nova ética que resolveria a crise ambiental, não dando importância a todo o contexto político, econômico e social ao qual as questões ambientais estão vinculadas.

O conceito de meio-ambiente é dicotomizado, onde o homem aparece com um ente nocivo à natureza, concebendo aos aspectos biológicos da natureza um valor supremo, excluindo o homem e suas realizações sócio-históricas.

A natureza é sacralizada, priorizando valores estéticos e contemplativos, configurando-se de acordo com Diegues (1994) na busca pela natureza intocada, pelo paraíso perdido - o neo-mito das sociedades urbano-industriais. Bookchin (1980) considera essa visão ecológica neo-malthusiana, ignorando o fato dos problemas ecológicos de hoje terem raízes nas questões sociais.

A ausência de um discurso crítico - camuflando a complexidade social e a dinâmica das inter-relações dialéticas construídas ao longo do processo histórico entre as modalidades de organizações políticas, sociais, econômicas, culturais e o substrato biofísico - propicia uma educação que não produz nenhuma mudança efetiva, refletindo uma concepção e formulando um projeto educacional comprometido com a manutenção do próprio modelo de sociedade que gerou a crise ambiental.

Possibilitando a ampliação da participação política dos cidadãos. A vertente sócio-ambiental parte da compreensão do ambiente como processo histórico de relações mútuas entre as sociedades humanas e os ecossistemas naturais e postula uma compreensão dessas inter-relações mediada pela análise dos modelos de desenvolvimento (MEDINA *apud* SGUAREZZI, 1997).

A premissa básica dessa vertente é que a crise ambiental reflete uma crise de civilização, ou seja, que os problemas ambientais são decorrentes do modelo de civilização instituído na contemporaneidade e não do Homem em si. Assim, há uma crítica à racionalidade econômica (o modelo capitalista-mercantilista) e a racionalidade teórica da modernidade (ciência moderna), que emergiram simultaneamente num processo de retroalimentação.

Serpa (2002, p.56) coloca que o caráter universal da ciência e da Razão possibilitou a sedimentação do poder hegemônico, exercido pela burguesia, no processo histórico que se denominou sociedade moderna. Enquanto Mayr (1998) coloca que a ciência moderna surgiu na Idade Média, influenciada pela nova casta que surgia, os burgos.

Esse modelo de civilização, responsável pelo atual processo de degradação ambiental, se constituiu sobre a dicotomia homem-natureza, num processo de dominação do homem sobre a natureza e do homem sobre o homem. A história do esforço do homem por sujeitar a natureza é também à história da sujeição do homem por parte do homem. Essa dicotomia é fundamental para afirmar o sistema capitalista baseado no valor de troca e não no valor de uso. Para o sistema capitalista o que está em jogo é a produtividade, ou seja, quantidade de produção numa determinada escala de tempo; assim quanto mais se produzir em menos tempo, maior será a produtividade e maior o lucro do empreendedor. Um empresário não consome o que produz, ele o produz para a troca. Segundo Gonçalves (2000, p.12), ele se abstrai do valor de uso podendo mudar de setor na atividade ao sabor das circunstâncias do mercado. Para ele, o valor de uso é simplesmente um veículo para o valor de troca.

Essa ênfase no valor de troca não é natural, sendo instituída com a sociedade burguesa. O capitalismo se afirma ao desorganizar os diversos sistemas de produção fundados no valor de uso e a primeira condição para isso é separar os indivíduos da sua ambiência sócio-natural. Ao separar o trabalhador da terra, das condições naturais de produção, onde o que prevalece é o valor de uso, as relações sociais começam a ser mercantilizadas, pois ele, expropriado de sua terra, tem como única opção a venda de sua força de trabalho por um preço, por um salário (alienação da força de trabalho).

De acordo com Leff (2001, p.34): Dessa forma, o objetivo principal dessa vertente é a desconstrução da racionalidade instituída, através do discurso crítico, potencializando novos posicionamentos dos sujeitos da história ante o conhecimento e produzindo uma prática que origine uma nova ordem social, pautada na racionalidade ambiental.

Em sua análise histórica, considera que o modelo dominante produz o esgotamento dos recursos naturais e a exploração do homem pelo homem e diante disso, preconiza a construção de novas formas sociais de aproveitamento dos recursos naturais (desenvolvimento sustentável) e o estabelecimento de novas relações sociais entre os homens (SILVA, 1999).

Segundo Medina (1994, p.54) favorece, dessa maneira, uma educação integral e integradora, que atinja as necessidades cognitivas, afetivas e de geração de aptidões para uma atividade responsável e ética do indivíduo como

agente social transformador, situado historicamente e olhando prospectivamente a construção de um futuro mais equilibrado em relação ao uso dos recursos naturais, e justo, quanto às relações entre os homens, eliminada as condições de exploração e pobreza vigentes hoje.

IV. COMO DESENVOLVER O SENSO CRÍTICO NAS PESSOAS

Muito se fala na manipulação do povo através da televisão, de religiões, e grupos sociais minoritários. Um exemplo concreto disso é a alta lucratividade das empresas que investem em campanhas publicitárias televisionadas. É claro que isso depende do público alvo, não é uma verdade absoluta, mas o que se quer mostrar é que a televisão influencia a mentalidade das pessoas.

Como em nosso país a educação é deficiente, este fato é ainda mais marcante e “perigoso”. Se bem educadas, as pessoas não aceitariam tanto descaso quanto aos problemas sociais, ambientais e políticos. A cultura brasileira prega a “memória curta”, pois no momento em que determinado fato está acontecendo a repercussão é garantida, mas não dura muito. O problema maior sobre este assunto é a impunidade dos infratores.

Os frequentes crimes ambientais que vem ocorrendo não seriam aceitos de modo algum e as empresas seriam multadas, interditadas e teriam seus nomes “pichados” no mundo inteiro. Deste modo a Educação Ambiental deve estar entrelaçada em todas as disciplinas do ensino fundamental e posteriormente no ensino médio. Dando continuidade, ensino superior deve, em seu âmbito, instruir os futuros profissionais, das mais diversas áreas a procurarem maneiras “verdes” de executarem seus serviços, a prestigiarem empresas e produtos ecologicamente corretos e, principalmente, levar este aprendizado ecológico para dentro de suas casas e vidas.

Segundo Oliveira (1989, p.5): A Educação Ambiental é um estudo científico das características da natureza e sua relação com o ser humano. Podendo ser considerada multidisciplinar, ou seja, pode ser integrada em todas as matérias do currículo escolar. Pode ser também considerada como uma disciplina independente, ensinada em todos os níveis escolares, desde o jardim da infância até a Universidade.

Contudo, recentemente é que a Educação Ambiental no Brasil passou a ser assumida como obrigação nacional, PCNs (1998). Com isso constatam-se falhas no processo educativo e a falta de preparo dos professores que já exercem a profissão quanto a abordagem do tema meio ambiente.

Desenvolver o Senso Crítico é a maneira mais fácil e menos impactante de acabar com o poder devastador dos apelos promocionais dos que querem ter o povo em suas mãos apenas para vender mais sem terem de se preocupar com a qualidade, com as constantes agressões ao meio ambiente, com a opinião dos clientes, ou melhor, que opinião? Sem este Senso Crítico desenvolvido, não há como opinar.

Os problemas ambientais de nosso tempo são fruto de um contínuo processo de degradação. Alguns destes problemas não possuem mais “conserto”, mas podemos desenvolver soluções amenizadoras. Para que as gerações futuras não sofram com os degrados causados pelos maus

gestores urbanos e ambientais devemos dar voz ativa aos futuros cidadãos do planeta azul.

Se as crianças crescerem com participação gradual nas decisões políticas da sociedade em que habitam, estarão assim se tornando pessoas críticas e respeitadas.

Afinal, “devemos tomar consciência de que não herdamos a Terra de nossos pais, mas a emprestamos de nossos filhos”. Uma criança que cresce submissa, assim será até o final de sua vida. Precisamos de pessoas que saibam questionar e não aceitar de pronto, que reclamem seus direitos com embasamento para que possam sustentar argumentos impactantes.

V. EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO EDUCAÇÃO POLÍTICA

As políticas públicas são frutos da ação humana e todo processo se desenvolve através de um sistema de representações sociais. Segundo Abric (1989 *apud* AZEVEDO, 2001), a representação social resulta da trajetória do sujeito, do sistema social e ideológico no qual ele está inserido e dos vínculos que ele mantém com esse sistema social.

Segundo esta ótica, as políticas são ações que guardam intrínseca conexão com o universo cultural e simbólico ou, melhor dizendo, com o sistema de significações que é próprio de uma realidade social. As representações sociais predominantes fornecem os valores, normas e símbolos que estruturam as relações sociais e, como tal, fazem-se presentes no sistema de dominação, atribuindo significados à definição social da realidade que vai orientar os processos de decisão, atribuindo significados à definição social da realidade que vai orientar os processos de decisão, formulação e implementação das políticas (AZEVEDO, 2001, p. 4).

Por sua vez, Ruas (1998) define políticas públicas como um conjunto de procedimentos formais e informais, que expressam relação de poder, mas tais procedimentos destinam-se tanto à resolução pacífica de conflitos quanto aos bens públicos e possuem caráter imperativo, resultando em decisões investidas de autoridade do poder público.

O que dá origem às políticas públicas são as demandas e o suporte. As demandas são as reivindicações da sociedade por acesso a um bem de serviço, proveniente de diversos sistemas (local, nacional, internacional) e seus subsistemas políticos, econômicos e sociais.

O suporte é o arcabouço institucional e financeiro que permite a formulação e implementação das políticas.

Segundo Ruas, (1998, p.3): De maneira bastante simplificada, podemos considerar que grande parte da atividade política dos governos se destina à tentativa de satisfazer as demandas que lhes são dirigidas pelos atores sociais ou aquelas formuladas pelos próprios agentes do sistema político, ao mesmo tempo em que articulam os apoios necessários... É na tentativa de processar as demandas que se desenvolvem aqueles "procedimentos formais e informais de resolução pacífica de conflitos" que caracterizam a política.

Conforme Ruas (1998) nesta situação, temos a questão ambiental e, especificamente, a EA, que passou a se constituir em uma nova institucionalidade, reunindo atores sociais e políticos específicos que socializam do Estado

apoio e suporte para processar uma demanda de forma pacífica.

A SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente) estabeleceu como parte de suas atribuições, "o esclarecimento e a educação das pessoas para o uso adequado dos recursos naturais, tendo em vista a conservação do meio ambiente", e foi responsável pela capacitação de recursos humanos e pela sensibilização inicial da sociedade para as questões ambientais.

Esta iniciativa do poder executivo foi corroborada pela política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), que estabeleceu, em 1981, no âmbito legislativo, a necessidade de inclusão da EA em todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente, evidenciando a capilaridade que se desejava imprimir a essa prática pedagógica (BRASIL-MMA, 2003 *apud* MENDONÇA, 2004, p.34).

Dessa forma o componente filosófico da Educação Ambiental é tão importante quanto o comportamental. Assim, a Educação Ambiental deve ser entendida como Educação Política, no sentido de que ela reivindica e prepara os cidadãos para exigir justiça social e autogestão.

A Educação Ambiental como Educação Política enfatiza a questão "por que fazer", antes de "como fazer". Considerando que a Educação Ambiental surge num momento histórico de grandes mudanças no mundo, ela tende a questionar as opções políticas atuais e o próprio conceito de educação existente, exigindo-a, criativa, inovadora e crítica. Um papel de extrema importância na educação ambiental é ocupado pela ética.

No entanto ela pode influir decisivamente para isso, quando forma cidadãos conscientes dos seus direitos e deveres. Tendo consciência e conhecimento da problemática global e atuando na sua comunidade, haverá uma mudança no sistema, que se não é de resultados imediatos, visíveis, também não será sem efeitos concretos. Os problemas ambientais foram criados por homens e mulheres e deles virão às soluções. Estas obras não virão de gênios, de políticos ou tecnocratas, mas sim de mim e você, todos nós.

VI. OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Educar é uma tarefa de dedicação e envolve criação de planos de ação considerando conceitos, teorias, reflexões e o uso do bom senso, incluindo também, o repensar dos currículos escolares. As questões ambientais, atualmente, já encontram uma certa penetração nas comunidades. A fragilidade dos ambientes naturais coloca em jogo a sobrevivência humana.

Devido a isto, ocorreu o crescimento dos movimentos ambientalistas e das preocupações ecológicas, criando-se condições para o desenvolvimento de um currículo que seja relacionado com esses problemas.

Centrada na filosofia da ecopedagogia e no uso sustentável dos recursos naturais, a educação para o meio ambiente vem crescendo e assumindo um papel muito importante na criação de uma linguagem comum na comunidade sobre as questões ambientais, dando condições à mídia, às instituições governamentais e não-governamentais e a outros grupos e representações de desenvolverem de forma mais articulada os projetos sobre

educação ambiental.

Muitos professores, preocupados com os problemas ambientais, acham que a educação ambiental tem que estar voltada para a formação de uma consciência conservacionista. Uma consciência, portanto, relacionada com aspectos naturalistas, que considera o espaço natural fora do meio humano.

Podemos perceber claramente a tônica da Educação Ambiental direcionada para uma consciência mais abrangente sobre a forma de perceber o que é o meio ambiente para as pessoas e o que significa educação para preservá-lo.

Conforme Santos (2000, p.12) abaixo vão definidos os objetivos da educação ambiental, conforme a "Carta de Belgrado", eles são os seguintes:

Conscientização: Levar os indivíduos e os grupos associados a tomarem consciência do meio ambiente global e de problemas conexos e de se mostrarem sensíveis aos mesmos.

Isto significa que a educação ambiental deve procurar chamar atenção para os problemas planetários que afetam a todos, pois a camada de ozônio, o desmatamento da Floresta Amazônica, as armas nucleares, o desaparecimento de culturas, a poluição das águas, etc., são questões só aparentemente distantes da realidade.

Conhecimento: Levar os indivíduos e os grupos a adquirir uma compreensão essencial do meio global, dos problemas que estão a ele interligados e o papel e lugar da responsabilidade crítica do ser humano.

O conhecimento proporcionado pela ciência e pelas culturas milenares sobre o meio ambiente deve ser democratizado, as pessoas devem ter acesso a ele. Assim, Educação Ambiental não deve transmitir só conhecimento científico, mas todo tipo de conhecimento que permita uma melhor atuação frente aos problemas ambientais.

Comportamento: Levar os indivíduos e os grupos a adquirir o sentido dos valores sociais, um sentimento profundo de interesse pelo meio ambiente e a vontade de contribuir para sua proteção e qualidade.

Não adianta só falar do meio ambiente, mas também mudar os comportamentos individuais e sociais, os exemplos aqui são diversos, como, não fumar em lugar proibido, não destruir árvores economizar água e energia, utilizar meios de transporte coletivos, respeitar as leis de trânsito, etc.

Competência: Levar os indivíduos e os grupos a adquirir o necessário à solução dos problemas. Nem todos têm capacidade técnica para resolver os problemas ambientais. Reconhecer essa deficiência é um primeiro passo para superá-la. A educação ambiental pode auxiliar a sua superação, buscando elaborar meios técnicos com ajudas de especialistas e conhecedores autodidatas do problema.

Capacidade de avaliação: Levar os indivíduos e os grupos a avaliar medidas e programas relacionados ao meio ambiente em função de fatores de ordem ecológica, política, econômica, social, estética e educativa.

Fundamental para a participação do cidadão é decifrar a linguagem dos projetos de riscos ambientais elaborados por técnicos especializados. A capacidade de avaliação permite ou não que os projetos duvidosos sejam efetuados. A educação ambiental deve procurar traduzir a linguagem técnico-científica para compreensão de todos.

Participação: Levar os indivíduos e grupos a perceber suas responsabilidades e necessidades de ação imediata para solução dos problemas ambientais. Procurar nas pessoas o desejo de participar na construção de sua cidadania. Fazer com que as pessoas entendam a responsabilidade, os direitos e os deveres que todos têm com uma melhor qualidade de vida.

VII. METODOLOGIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Muitos são os métodos possíveis para se realizar a Educação Ambiental. O mais adequado é que cada professor e professora estabeleça o seu e que o mesmo vá de encontro às características de seus alunos. Na metodologia utilizada reside um dos aspectos que caracteriza a criatividade do professor diante dos desafios que encontra cotidianamente.

As aulas expositivas do professor não são muito recomendadas na Educação Ambiental, mas elas podem ser muito importantes quando bem preparadas e quando deixam espaço para questionamentos de seus alunos. Uma aula expositiva bem dada, mesmo considerada tradicional, ainda é muito melhor do que as aulas modernas, em que o professor se fantasia tentando conquistar a sua simpatia, impedindo assim que o aluno entre em contato com as ideias, conhecimentos, experiência e comportamento de uma geração que não é sua.

Conforme Santos (2000, p.14): Para realização da Educação Ambiental podemos empregar os métodos Passivo (só o professor fala), Ativo (em que os alunos fazem experiências sobre o tema), Descritivo (em que os alunos aprendem definições de conceitos e descrevem o que eles puderam observar, por exemplo, numa excursão) e Analítico (em que os alunos complementam sua descrição com dados e informações e respondem a uma série de questões sobre o tema).

A prática pedagógica, relatada por um professor de ciências, trabalhando com colega de português, é um exemplo: "Realizamos debates entre os alunos, atividades de sensibilização e exposição oral, encenações teatrais e a publicação de um jornal a partir de reportagens publicadas nos jornais sobre meio ambiente. Eu trabalho os aspectos mais científicos dos problemas e a professora de português trabalha a interpretação de texto". Além de uma compreensão mais global sobre o tema, esse método pode proporcionar o intercâmbio de experiências.

De acordo com Morin (1995, p.6): A consciência ecológica levanta-nos um problema de profundidade e de uma vastidão extraordinárias. Temos de defrontar ao mesmo tempo o problema da Vida no planeta Terra, o problema da sociedade moderna e o problema do destino do Homem. Isto nos obriga a repor em questão a própria orientação da civilização ocidental. Na aurora do terceiro milênio, é preciso compreender que revolucionar, desenvolver, inventar, sobreviver, viver, morrer, anda tudo inseparavelmente ligado.

História de vida é uma metodologia é um método originado da antropologia e que se aplica muito bem na Educação Ambiental. Consiste no levantamento, pelos alunos, de histórias relacionadas sobre um tema ambiental, vividas por eles mesmos, por familiares, vizinhos, amigos.

Este é também um método que permite aos alunos empregar a criatividade e expressar as representações de

conceitos científicos e dos problemas ambientais em discussão.

A "Pedagogia do Projeto" é um método que envolve toda a escola, inclusive os pais de alunos no estudo de um tema específico. Ele permite que cada disciplina desenvolva o tema proposto sob a sua ótica. Os pais participam, contribuindo com sua experiência e conhecimento sobre o tema. Os alunos se empregam em explorar particularidades que lhes interessam num mesmo ano letivo. A Pedagogia do Projeto é uma metodologia que, de forma geral, sintetiza todas as outras aqui abordadas.

De acordo com Tavares (2001, p.7): A Educação Ambiental tem que ser desenvolvida como uma prática, para a qual todas as pessoas que lidam em uma escola precisam estar preparadas. Não basta que a Educação Ambiental seja acrescentada como mais uma disciplina dentro da estrutura curricular. Se for tratada como uma disciplina, é bastante provável que fique restrita à Biologia ou à Geografia. A prática da Educação Ambiental precisa estar interligada com todas as disciplinas regulares de um currículo, como prevê o documento que trata dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

A Educação Ambiental, como foi observada, tem estimulado uma nova concepção de se fazer educação que se manifesta nos seus objetivos, conteúdos e metodologias, a Educação Ambiental não é, portanto, uma nova dimensão do sistema de educação, que precisa absorver os resultados da aceitação da complexidade e urgência dos problemas ambientais.

VIII. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CIDADANIA, PRÁTICAS E ALTERNATIVAS

Nestes tempos em que a informação assume um papel cada vez mais relevante, ciberespaço, multimídia, internet, a educação para a cidadania representam a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as diversas formas de participação na defesa da qualidade de vida. Nesse sentido cabe destacar que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento - o desenvolvimento sustentável.

Entende-se, portanto, que a educação ambiental é condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação socioambiental, mas ela ainda não é suficiente, o que, no dizer de Tamaio (2000, p.45), se converte em "mais uma ferramenta de mediação necessária entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais para a construção das transformações desejadas".

O educador tem a função de mediador na construção de referenciais ambientais e deve saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza.

A problemática da sustentabilidade assume neste novo século um papel central na reflexão sobre as dimensões do desenvolvimento e das alternativas que se configuram. O quadro socioambiental que caracteriza as sociedades contemporâneas revela que o impacto dos humanos sobre o meio ambiente tem tido consequências cada vez mais complexas, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

O desenvolvimento sustentável não se refere

especificamente a um problema limitado de adequações ecológicas de um processo social, mas a uma estratégia ou um modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto a viabilidade econômica como a ecológica.

Num sentido abrangente, a noção de desenvolvimento sustentável reporta-se à necessária redefinição das relações entre sociedade humana e natureza, e, portanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório, introduzindo o desafio de pensar a passagem do conceito para a ação.

O desenvolvimento sustentável somente pode ser entendido como um processo no qual, de um lado, as restrições mais relevantes estão relacionadas com a exploração dos recursos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e o marco institucional. De outro, o crescimento deve enfatizar os aspectos qualitativos, notadamente os relacionados com a equidade, o uso de recursos - em particular da energia - e a geração de resíduos e contaminantes.

A ênfase no desenvolvimento deve fixar-se na superação dos déficits sociais, nas necessidades básicas e na alteração de padrões de consumo, principalmente nos países desenvolvidos, para poder manter e aumentar os recursos-base, sobretudo os agrícolas, energéticos, bióticos, minerais, ar e água.

A sustentabilidade como novo critério básico e integrador precisa estimular permanentemente as responsabilidades éticas, na medida em que a ênfase nos aspectos extra-econômicos serve para reconsiderar os aspectos relacionados com a equidade, a justiça social e a própria ética dos seres vivos.

Quando nos referimos à educação ambiental, situamo-la em contexto mais amplo, o da educação para a cidadania, configurando-a como elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos. O desafio do fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito, concretiza-se pela possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres, e de se converter, portanto, em ator co-responsável na defesa da qualidade de vida.

Isto se consubstancia no objetivo de criar novas atitudes e comportamentos diante do consumo na nossa sociedade e de estimular a mudança de valores individuais e coletivos. A educação ambiental é atravessada por vários campos de conhecimento, o que a situa como uma abordagem multirreferencial, e a complexidade ambiental reflete um tecido conceitual heterogêneo, de acordo com Tristão (2002, p.169) "onde os campos de conhecimento, as noções e os conceitos podem ser originários de várias áreas do saber".

Portanto, utilizando como referencial do rizoma², a dimensão ambiental representa a possibilidade de lidar com

conexões entre diferentes dimensões humanas, propiciando, entrelaçamentos e múltiplos trânsitos entre múltiplos saberes. A escola participa então dessa rede "como uma instituição dinâmica com capacidade de compreender e articular os processos cognitivos com os contextos da vida" (TRISTÃO, 2002).

A educação insere-se na própria teia da aprendizagem e assume um papel estratégico nesse processo, e, parafraseando Reigota (1998, p.43), podemos dizer que: [...] a educação ambiental na escola ou fora dela continuará a ser uma concepção radical de educação, não porque prefere ser a tendência rebelde do pensamento educacional contemporâneo, mas sim porque nossa época e nossa herança histórica e ecológica exigem alternativas radicais, justas e pacíficas.

E o que dizer do meio ambiente na escola? Tomando-se como referência Vigotsky (*apud* TAMAIO, 2000, p. 43) pode-se dizer que um processo de reconstrução interna (dos indivíduos) ocorre a partir da interação com uma ação externa (natureza, reciclagem, efeito estufa, ecossistema, recursos hídricos, desmatamento), na qual os indivíduos se constituem como sujeitos pela internalização de significações que são construídas e reelaboradas no desenvolvimento de suas relações sociais. A educação ambiental, como tantas outras áreas de conhecimento, pode assumir, assim, "uma parte ativa de um processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução dos problemas" (VIGOTSKY, 1991).

O complexo processo de construção da cidadania no Brasil, num contexto de agudização das desigualdades, é perpassado por um conjunto de questões que necessariamente implica a superação das bases constitutivas das formas de dominação e de uma cultura política calcada na tutela. O desafio da construção de uma cidadania ativa configura-se como elemento determinante para constituição e fortalecimento de sujeitos cidadãos que, portadores de direitos e deveres, assumam a importância da abertura de novos espaços de participação.

Atualmente o desafio de fortalecer uma educação ambiental convergente e multirreferencial é prioritário para viabilizar uma prática educativa que articule de forma incisiva a necessidade de se enfrentar concomitantemente a degradação ambiental e os problemas sociais. Assim, o entendimento sobre os problemas ambientais se dá por uma visão do meio ambiente como um campo de conhecimento e significados socialmente construído, que é perpassado pela diversidade cultural e ideológica e pelos conflitos de interesse. Nesse universo de complexidades precisa ser situado o aluno, cujos repertórios pedagógicos devem ser amplos e interdependentes, visto que a questão ambiental é um problema híbrido, associado a diversas dimensões humanas.

IX. CONCLUSÃO

A Educação Ambiental é uma das mais importantes exigências educacionais atualmente em todo o mundo. Deve, se aplicada amplamente, ser considerada uma grande contribuição filosófica e metodológica à educação em geral. A Educação Ambiental abordada e proposta neste artigo não está vinculada à transmissão de conhecimentos sobre a natureza, mas sim à possibilidade de participação social nas decisões políticas a respeito ao meio ambiente.

² Em botânica, chama-se **rizoma** a um tipo de caule que cresce horizontalmente, geralmente subterrâneo, mas podendo também ter porções aéreas. O caule da espada-de-são-jorge, do lírio-da-paz e da bananeira são totalmente subterrâneos. Mas, certos fetos e também as orquídeas desenvolvem rizomas parcialmente aéreos.

Os rizomas são importantes como órgãos de reprodução vegetativa ou assexuada de diversas plantas ornamentais, por exemplo: agapanto, espada-de-são-jorge, lírio-da-paz, samambaias e orquídeas. VIDAL, Waldomiro Nunes & VIDAL, Maria Rosária Rodrigues (1990).

Simultaneamente temos que esquecer as diferenças partidárias e lutar em prol do “planeta azul”.

Uma área que precisa urgentemente de profissionais capacitados para educar ambientalmente é o Turismo, que vê seu futuro cada vez mais voltado ao turismo ecológico. Não podemos deixar que se banalize o termo “ecoturismo”, pois pensa-se que este é tão somente benéfico, enquanto na verdade não é.

Na mesma mão devemos buscar, além desta maior participação política, uma melhor qualidade de vida, soluções aos problemas ambientais e desenvolver alternativas que não agridam, ou agridam menos a nossa casa. Seguindo os limites da ética estaremos estabelecendo assim uma sociedade mais justa, saudável, consciente e muito mais feliz.

X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Fernando. Imprensa e cobertura eleitoral no pleito municipal de 2000 em São Paulo. Paper apresentado na Anpocs, Caxambu - Brasil, 2001.

BECK, Ulrich. A reinvenção da política: rumo a uma nova teoria da modernização reflexiva. In: Modernização Reflexiva: Política, Tradição e Estética na Ordem Social Moderna. Tradução de Magda Lopes. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1997.

BOFF, Leonardo. Saber Cuidar: Ética do humano-compaixão pela terra. 6ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio ambiente e saúde. Vol.9. Brasília, 1997

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos – apresentação dos temas transversais. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

CAPRA, Fritjof. A Teia da Vida. São Paulo: Cutrix, 1996.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Agenda 21. São Paulo: Senado Federal, Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso em: 06 maio.2013.

D’AMBRÓSIO, Ubiratan. Conhecimento e Consciência: o despertar de uma nova era. In: GUEVARA, Arnoldo J. H. et al. Conhecimento, Cidadania e Meio Ambiente. Vol 2. Rio de Janeiro: Fundação Petrópolis, 1998.

DIAS, Genebaldo.F. Educação Ambiental Princípios e Práticas. São Paulo : Gaia, 1998.

_____. Documentos de educação ambiental. Brasília: Univera, 2000.

FERREIRA, Daniela Figueiredo; SAMPAIO, Francisco Edison; SILVA, Reinaldo Vieira da Costa; MATTOS, Sílvia Costa. Impactos Sócio-ambientais provocados pelas ocupações irregulares em áreas de interesse ambiental. Goiânia/GO. Disponível em: <http://www.ucg.br/nupenge/pdf/0004.pdf>. Acesso em: 02/06/13.

GIDDENS, Anthony. Admirável Mundo Novo: O Novo Contexto da Política. In: MILIBAND, David (Org.) Reinventando a Esquerda. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1997.

GONÇALVES, C. W. P. Os (des)caminhos do meio ambiente. São Paulo: Contexto, ed. 7, 2000.

GRÜN, M. Ética e educação ambiental: a conexão necessária. Campinas-SP: Papirus, ed. 2, 1996.

INOUE Ana A. MIGLIORI Regina F. D’AMBROSIO, Ubiratan. Temas Transversais e Educação em Valores Humanos. São Paulo: Petrópolis, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23/05/13.

INSTITUTO SERRANO NEVES. Proposta de educação sócio-ambiental. Goiânia: Versão 3.0 abril de 2003. Disponível em: <http://www.serrano.neves.nom.br/downloads/2propedu.pdf>. Acesso em: 12/01/13.

_____. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de pesquisa, n. 118. São Paulo. Março/ 2003.

LEFF, Enrique. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. In: REIGOTA, M. (Org.) Verde Cotidiano, o meio ambiente em discussão. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

_____. Epistemologia Ambiental. São Paulo: Cortez, 2001.

LUCINI, Fernando G. Temas Transversales Y Educación em Valores. Fueblabrada, Madrid: Grupo Anaya S.A , 1994.

MEDINA, N. M. Amazônia. Uma proposta interdisciplinar de Educação Ambiental: Documentos Metodológicos. Brasília: IBAMA, 1994.

OLIVEIRA, Valdir. Educação Ambiental, subsídios para uma proposta curricular. Florianópolis: Eletrosul, 1989

PINHEIRO, José Ivam; SANTOS, Esmeraldo Macedo dos; MACÊDO, Rose Meire Penha Revorêdo de; JÚNIOR, Sérgio Marques. Proposta de educação ambiental e estudos de percepção ambiental na gestão do recurso hídrico. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_azul/TC-126.htm. Acesso em: 08/09/12.

REIGOTA, Marcos. O que é educação ambiental. São Paulo: Brasiliense, 1994.

RUAS, Maria da Graças. As políticas públicas e a juventude dos anos 90. In CNPD. Jovens Acontecendo na trilha das políticas públicas. Brasília, 1998. 2v.

SANTOS, Aristides Faria Lopes dos. Educação ambiental: Desenvolvendo o Senso Crítico. UNISUL: Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

SERPA, Luiz Felipe P. Educação e territorialidade: pedagogia da diferença. Salvador (mimeo), 2002.

SGUAREZZI, Nilza de Oliveira. Análise de um programa de formação de recursos humanos em educação ambiental. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Série Meio Ambiente: nº10. 1997.

SILVA, Sueli Almuiña Holmer. Percepção do impacto ambiental da indústria petrolífera no recôncavo baiano: subsídios para uma proposta de educação ambiental. Salvador, 1999 - Tese de Doutorado. UFBA.

SUREDA, J.; COLOM, A. J. Pedagogía Ambiental. Barcelona-ESP.: Ceac, 1989.

TAMAIÓ, I. A Mediação do professor na construção do conceito de natureza. Campinas, 2000. Dissert.(Mestr.) FE/Unicamp.

TRISTÃO, M. As Dimensões e os desafios da educação ambiental na sociedade do conhecimento. In: RUSHEINSKY, A. (org.). Educação ambiental: abordagens múltiplas. Porto Alegre: Artmed, 2002.

THOMPSON, Irwin (org.). Uma teoria do Conhecimento. São Paulo: Gaia, 1990.
VIGOTSKY, L. A Formação o social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

XI. COPYRIGHT

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

MOTORES BRUSHLESS – CONTROLE E ACIONAMENTO VOLTADO À ROBOTICA MÓVEL

PAULO CÉSAR CREPALDI¹; AUGUSTO SÉRGIO SILVA DE PAULA¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

crepaldi@unifei.edu.br

Resumo – Este artigo tem por objetivo analisar o método de controle e acionamento de um motor DC sem escovas (BLDC – Brushless DC motor) sem o uso de sensores (método sensorless) fazendo uso, em contra partida, de circuitos atuantes em resposta a corrente e tensão. Também visa expor uma proposta de software de controle seguro voltado a aplicações robóticas rádio controladas e/ou autônomas através da implementação de um decodificador PWM. Os fatos são estudados através do projeto e programação de uma eletrônica voltada ao acionamento de BLDCs de alta potência.

Palavras-chave: Brushless. Alta Potência. PWM. Programação Segura. Projeto Eletrônico.

I. INTRODUÇÃO

Na robótica móvel, utilizam-se motores dos mais diversos tipos. Para cada tipo de movimento a ser realizado pelo projeto em questão há um tipo específico de motor que melhor atende suas necessidades. Quando se trata de aplicações onde a velocidade e precisão são duas características primordiais como, por exemplo, nas hélices de um drone¹ é necessário um motor que seja capaz de atingir velocidade altíssimas e que consuma o mínimo possível de corrente.

Há no mercado, atualmente, disponível apenas dois tipos de motores que sejam capazes de suprir ambas as necessidades. São eles o motor DC com, ou sem, escovas. Apesar de ambos usarem o mesmo tipo de corrente e o princípio de excitação do campo eletromagnético seja o mesmo, apresentam arquitetura interna e características bem distintas.

A arquitetura interna de um motor DC escovado é constituída de vários enrolamentos posicionados em ângulos específicos de modo que quando excitados com a passagem de corrente gerem um campo magnético necessário para girar o rotor em determinados graus de revolução. Os contatos mecânicos tem a função de transmitir a corrente para essas bobinas no momento certo para que o fenômeno resultante seja o movimento circular completo do rotor.

O motor DC sem escovas surgiu a partir dos avanços da eletrônica, tanto de potência quanto digital, ao ponto em que se tornou possível substituir os contatos mecânicos por

chaves eletrônicas. Tal fenômeno permitiu que os motores passassem por melhoras adaptativas, fazendo com que suas características construtivas mudassem totalmente.

O motor escovado tem caído em desuso quando relacionado a diversas aplicações, pois, apesar de possuir características economicamente atraentes os impactos gerados por ele na aplicação, nem sempre, são positivos, dentre as desvantagens encontradas na utilização destes dispositivos, podemos ressaltar:

- Produção de ruído audível intenso durante sua operação;
- Escovas ficam gastas exigindo sua troca eventualmente, gerando resíduos e custos;
- Custos relativamente altos com manutenção;
- Gera faíscas internas devido ao contato das escovas, limitando áreas em que pode ser aplicado;
- Relação entre torque/peso relativamente alta;
- Velocidade máxima limitada.

Já o BLDC não possui tais restrições, por não usar escovas, os problemas provenientes da mesma são descartados. Ele não gera ruídos, faíscas nem tão pouco tem que passar por manutenção frequentemente, desde que dimensionado corretamente para a aplicação. A relação entre torque/peso e torque/velocidade é melhor, ou seja, com um motor bem menor é possível atingir velocidades e torques maiores, aumentando assim o range de aplicações que podem ser destinadas a este motor estendendo até braços robóticos.

II. BLDC, ARQUITETURA

Os motores *brushless* estão disponíveis no mercado em diversas polaridades, monofásico (*single-phase*), bifásico (*two-phase*) e trifásico (*three-phase*). Sendo que cada uma seja ideal para uma aplicação específica (PADMARAJA YEDAMALE, 2003).

O tipo mais utilizado atualmente é o trifásico, pois possibilita um aproveitamento maior das qualidades dessa classe de motores tendo em vista que, por possuir 3 fases, faz com que a estimativa de localização angular do rotor seja bem mais precisa permitindo que o software exerça um

¹ Espécie de helicóptero rádio controlado usado em missões de reconhecimento.

controle mais acurado de velocidade e posicionamento do rotor.

Há dois tipos de arquitetura de motores brushless: o *inrunner*, onde os ímãs permanentes se localizam na parede do estator, permitindo uma comutação eletrônica muito mais rápida, fazendo com que este gere a uma velocidade muito maior, porém o torque apresentado por esse tipo de arquitetura é relativamente pequeno. Já o motor *outrunner* possuem ímãs permanentes na parede do rotor, essa arquitetura não permite que o motor gire a grandes velocidades como o *inrunner* – Embora ainda seja uma velocidade muito superior aos motores escovados – porém que um torque muito maior seja aplicado, permitindo o uso desse tipo de motor em aplicações que exigem mais força e precisão, tornando-o assim líder no mercado. A figura a seguir ilustra a arquitetura de um BLDC *outrunner*:

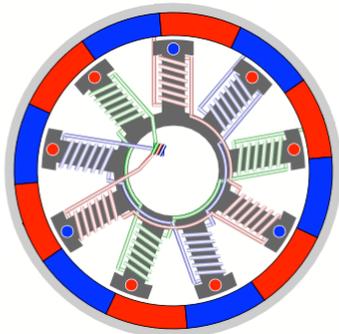


Figura 1 - BLDC *outrunner* esquema básico (elabz, 2014)

Na figura 1 fica clara a disposição dos ímãs permanentes e das bobinas do motor.

III. CONTROLE

A falta de escovas aliada ao fato de o motor ser de corrente contínua gera a necessidade de haver outro meio de criar a variação do campo eletromagnético, fundamental para a criação de uma força girante. Tal função é suprida pelo acionamento eletrônico das bobinas do motor.

Os enrolamentos são comutados de maneira que se possa, de fato, “interpretar o papel que seria da escova” fazendo isso, há a criação do campo necessário. Vários fatores são derivados desse tipo de acionamento, a presença de uma eletrônica de controle com parte fundamentalmente integrante ao funcionamento do motor permite o refinamento do seu regime fazendo com que seja possível aperfeiçoar diversas variáveis de modo que o torne flexível a quase todos os tipos de aplicações. Destas variáveis, há três que devem ser consideradas em qualquer tipo de acionamento, são elas:

- *Velocidade angular*: a rotação do motor é, muitas vezes, fator crítico nas aplicações voltadas a robótica e devem ser levadas em conta em qualquer método de acionamento.
- *Torque*: Muitos projetos necessitam de um torque mais elevado e isso altera os padrões de distribuição de corrente nas bobinas e a velocidade de comutação, geralmente há uma regra básica, quanto maior a velocidade, menor o torque.
- *Precisão*: Muito considerada em trabalhos cujo movimento é crítico, como em braços robóticos.

A precisão na hora de comutar os enrolamentos é fundamental no acionamento do BLDC, para tal, se faz necessário o acompanhamento da posição do rotor de alguma forma, pois assim é possível saber qual bobina deve ser acionada.

Há diversas formas de saber a posição do rotor, atualmente as mais populares são:

1. Usar sensores hall em posições estratégicas para monitorar o campo eletromagnético.
2. Analisar continuamente a força contra eletromotriz induzida pelo motor a fim obter uma estimativa precisa do posicionamento do rotor.

O uso de sensores hall tem se tornado uma prática em desuso no mercado simplesmente pelo fato de representarem um custo adicional do projeto e necessitarem de modificações no motor, algo que, muitas vezes, leva a perda de rendimento.

O uso do método *sensorless* (sem sensores) permite redução no custo do projeto e universalização dos motores, uma vez que modificações em suas estruturas são completamente dispensadas.

A comutação dos enrolamentos é sequencial e possui seis passos, que serão explicitados a seguir:

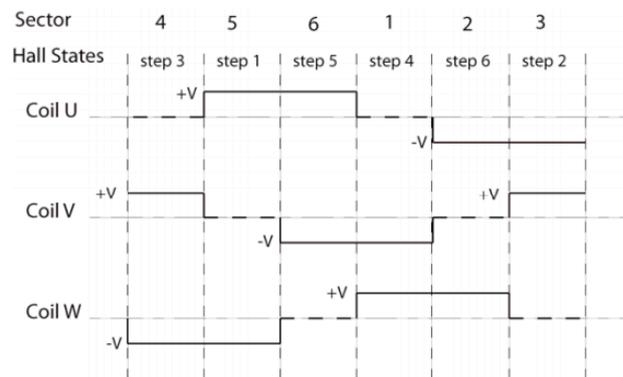


Figura 2 - Sequência de Comutação dos enrolamentos (Atmel Corporation, 2013)

Como a figura acima mostra, as bobinas são acionadas duas a duas, fazendo com que a terceira fique em aberto. Este fato torna possível monitorar a chamada *Back Electromotive Force (BEMF)* (Força contra eletromotriz) que é induzida no enrolamento flutuante devido a variação de corrente em seus vizinhos possibilitando assim o sensoriamento, permitindo a estimativa da posição do rotor.

O torque exercido pelo motor varia de forma proporcional a quantidade de corrente total que passa pelos enrolamentos, fazendo do tempo um fator crucial nessa equação. Já a velocidade depende da tensão e da frequência de chaveamento, logo, o tempo também é um fator crucial, porém, inversamente proporcional, quanto mais rápido for o chaveamento, maior a velocidade angular.

O controle da tensão resultante no motor é dado de duas formas, de maneira analógica, aumentando ou diminuindo a fonte de alimentação e digital, através de um gerenciamento da tensão média utilizando uma técnica consolidada no meio eletrônico, o PWM. Porém há momentos certos de aplicação de PWM bem como algumas implicações do no circuito como geração de ruído. Há dois métodos de aplicar o PWM:

1. *Em meio ciclo*: utilizada na maioria dos projetos, o PWM só aplicado na parte de cima da meia ponte, possibilitando o controle da velocidade do motor.
2. *Em ciclo completo*: Aplicando PWM nos dois lados da meia ponte pode-se oferecer um controle mais preciso do motor, porém gera a necessidade de um software mais robusto, culminando muitas vezes na necessidade de um microcontrolador também melhor e mais caro.

A figura a seguir mostra a BEMF em comparação com os sensores HALL bem como as áreas onde são aplicados os PWMs.

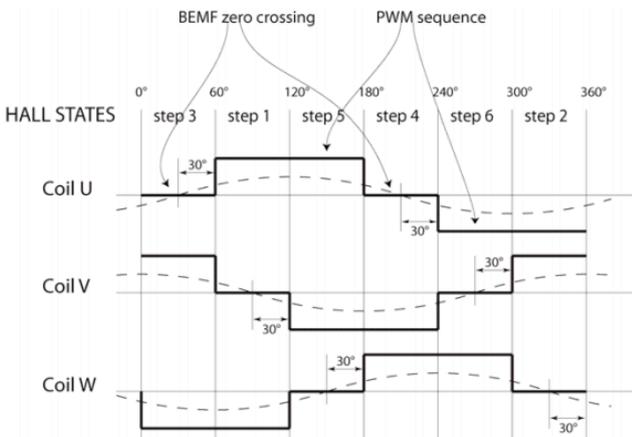


Figura 4 - Esquema geral dos sensores e PWM (Atmel Corporation, 2013)

IV. O HARDWARE

Embora seja um tipo de motor bem mais complexo, se comparado as outras tecnologias, o BLDC tem um volume de hardware necessário para efetuar seu controle não muito maior. Se tratando do método *sensorless* que é o mais econômico e, atualmente, o mais utilizado, temos, como sub-circuitos o mínimo de:

1. *Três circuitos de meia ponte*: é o circuito utilizado para transmitir potência ao motor, quanto mais corrente o motor consumir mais robusto deve ser este circuito.
2. *Sensores de BEMF*: para que a BEMF seja passível para análise é necessário um circuito de filtragem do ruído gerado pelo PWM além de comparadores e adequação do sinal gerado, para que se torne mais fácil o projeto do software.
3. *Circuito de controle*: responsável pelo processamento dos comandos e controle do motor, o microcontrolador deve ser cuidadosamente escolhido, pois o volume de informação a ser processada no mesmo, dependendo da aplicação e da independência dos circuitos gravitantes esse componente pode ser mais parrudo ou não.
4. *Sensores adicionais*: embora não seja necessário na maioria das aplicações, sensores adicionais como o de corrente, por exemplo, tem se tornado cada vez mais frequentes. Eles auxiliam que oferecem informações importantes em diversos estágios do controle do motor. Um sensor de corrente é peça vital se a aplicação oferecer muito stress ao motor, de forma que seja necessário o controle mais acurado da alimentação do mesmo, além de

fornecer uma maneira de saber se há, por exemplo, curto circuito no sistema de potência.

A figura abaixo se trata de um diagrama ilustrando os sub-circuitos.

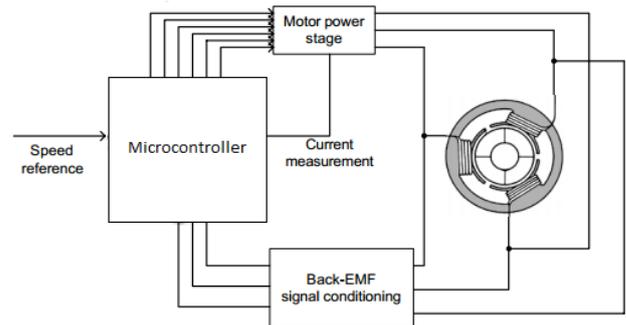


Figura 3 - Diagrama dos sub-circuitos básicos (Atmel Corporation, 2013)

V. O SOFTWARE

É a principal parte do desenvolvimento, o *firmware* de controle empregado é de elevada complexidade e envolve vários estágios de atuação.

Basicamente, do ponto de vista de programação há os seguintes estágios a serem implementados:

1. *FailSafe*: O projeto deve ser inteligente a ponto de estar constantemente verificando a presença de um operador. Caso detecte a falta de atividade por um período de tempo considerado longo, ela deve intender que não há ninguém operando e deve se desligar. Além dos fatores de proteção dos motores como sensores de corrente.
2. *Posicionamento Inicial*: Para que a partida em malha aberta funcione com mais eficácia, é necessário conhecer a posição inicial do motor, dentre os vários métodos pesquisados, o mais eficiente e computacionalmente barato foi o posicionamento através da energização de dois terminais do motor, garantindo que ele vai estar em uma posição favorável sempre que ligado.
3. *Partida em malha aberta*: em um estágio inicial, a BEMF não é o suficiente para que seja possível o monitoramento da posição no rotor, vital para o acionamento do BLDC. Tendo isso em vista partida do motor é dada ignorando o sinal de BEMF e aplicando uma frequência de chaveamento padrão, para que o motor possa ser iniciado de maneira mais confiável. A partida também deve contar com uma rampa de aceleração feita por software para garantir uma corrente constante entre os polos e com isso conseguir manter o torque no motor estável.
4. *Verificação de segurança*: uma vez encerrada a sequência de partida verifica-se se a BEMF já é o suficiente para ser analisada.
5. *Controle em malha fechada*: já em funcionamento um sistema de controle PID deve ser implementado para que o acionamento do motor com base nos sinais dos sensores BEMF seja otimizado.

6. *Parada*: um sistema de detecção de parada do motor é necessário para, caso haja uma batida brusca, excesso de corrente no circuito ou qualquer outra parada inesperada alguma providencia cabível ao projeto possa ser tomada.

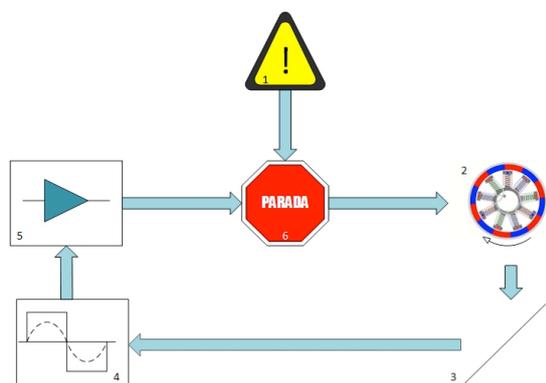


Figura 5 - Fluxograma

A figura acima trata se de um fluxograma ilustrando o fluxo que o software deve seguir, no caso de um acionamento *sensorless*.

VI. CONCLUSÃO

Embora não seja mais tão recente, o motor de corrente contínua sem escovas (BLDC) tem sido responsável por boa parte do grande avanço da robótica móvel moderna. Este tem dominado áreas que antes eram ocupadas por motores escovados, CA e até mesmo de passo. Provando ser uma tecnologia superior em diversos aspectos.

Os métodos de controle empregados estão em franco desenvolvimento a fim de otimizar parâmetros como consumo, velocidade e torque. A metodologia de acionamento *sensorless* tem se provado muito mais eficiente e econômica em diversos aspectos.

Uma atenção especial deve ser dada aos filtros empregados no método de sensoriamento da BEMF, pois estes devem ser seletivos em relação a frequência, experiências mostram que um filtro passa baixa é em combinação com o divisor de tensão é a melhor alternativa nesses casos.

A BEMF, por possuir muitos ruídos provenientes de PWM e outros pontos fluentes do circuito deve receber um tratamento melhor em hardware para que se evitem possíveis dificuldades no projeto do software, pois tratar ruídos via programação, apesar de ser um processo mais barato é uma prática em ascensão, traz maior complexidade ao programa e requer um programador mais experiente no assunto.

O projeto da malha de controle também é outro caso a parte, o equacionamento deve ser direcionado a aplicação em questão e deve ser cuidadosamente estudado a fim de evitar imprevistos, a uma velocidade de rotação extremamente alta, qualquer erro na malha de controle pode ser desastroso.

O sistema de *failsafe* (falha segura) deve, também, ser exaustivamente testado, a fim de eliminar quaisquer possíveis erros em seu código trazendo consigo mais segurança ao usuário final do projeto.

VII. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo auxílio financeiro durante a realização desta pesquisa.

VIII. REFERÊNCIAS

- Atmel Corporation. (2006). *Sensorless Commutation of Brushless DC Motor (BLDC) using AT90PWM3 and ATAVRMC100*. Fonte: www.atmel.com: <http://www.atmel.com/Images/doc7658.pdf>
- Atmel Corporation. (2013). *Scalar Sensorless Methods do Drive BLDC Motors*. Atmel Corporation. elabz. (26 de Fevereiro de 2014). *Driving a three-phase brushless DC motor with Arduino – Part 1. Theory*. Fonte: elabz: <http://elabz.com/brushless-dc-motor-with-arduino/#comment-9300>
- Padmaraja Yedamale, M. T. (2003). *Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals*. Fonte: www.microchip.com: [http://electrathonoftampabay.org/www/Documents/Motors/Brushless%20DC%20\(BLDC\)%20Motor%20Fundamentals.pdf](http://electrathonoftampabay.org/www/Documents/Motors/Brushless%20DC%20(BLDC)%20Motor%20Fundamentals.pdf)
- ST Microeletronics - Microcontroller Division Applications. (s.d.). *An Introduction to Sensorless Brushless DC Motor Drive Applications With the ST72141*. Fonte: www.st.com: http://www.veech.com/index_files/DC%20Motor%20Control.pdf

IX. COPYRIGHT

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

MODELO DE INTERAÇÃO TUMOR-SISTEMA IMUNOLÓGICO

REGIANE APARECIDA NUNES DE SIQUEIRA¹; KELLY CRISTIANE IAROSZ²;
ANTONIO MARCOS BATISTA¹⁻³

1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS; 2 – UNIVERSITY OF ABERDEEN, INSTITUTE FOR COMPLEX SYSTEMS AND MATHEMATICAL BIOLOGY; 3 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
regiane@uepg.br

Resumo - Neste trabalho apresenta-se um modelo matemático de interação entre populações de células que aumentam sem respeitar os limites normais de proliferação e o sistema de proteção do organismo. Esse processo do organismo é chamado de interação tumor-sistema imunológico. O modelo é composto por equações diferenciais que resultam na dinâmica populacional de indivíduos que apresentam comportamento semelhante. Considerou-se para o sistema imunológico células que passam por um processo de transformação que não é imediato, logo, acrescentou-se ao modelo um tempo de atraso. Considerou-se a influência da apoptose no processo de redução de células tumorais pelo sistema imunológico.

Palavras-chave: Tumor. Sistema imunológico. Equações diferenciais.

Escolheu-se trabalhar com equações diferenciais pela possibilidade de interação de termos cruciais como a morte programada das células “apoptose” e tempo de atraso na conversão de células do sistema imunológico. Pontos importantes, já que pretende-se analisar as propriedades de existência e estabilidade de um estado de equilíbrio em que células tumorais são aniquiladas (FREEDMAN, 2009).

Organizou-se o trabalho da seguinte forma: a seção II refere-se as interações do modelo, na seção III apresenta-se o modelo proposto, na seção IV reporta-se os parâmetros utilizados nas simulações, na seção V discute-se o equilíbrio e estabilidade do sistema, na seção VI apresentam-se os resultados do modelo proposto e finalmente na seção VII tem-se as conclusões.

I. INTRODUÇÃO

As discussões sobre crescimento populacional tiveram início em 1838, com Pierre François Verhulst, quando o mesmo apresentou um trabalho sobre modelo logístico com associações entre densidade populacional e taxa de crescimento (VERHULST, 1938). Com o decorrer dos anos o modelo logístico passou a ser utilizado em áreas como economia (ZHANG, 2014), engenharia (LAI, 2014), física (ZHANG, 2014; BORGES, 2014), estatística (DWIVEDI, 2014) medicina (GONG, 2014), geografia e biologia (Bonifazi, 2014), estatística (DWIVEDI, 2014), etc.

Apesar das mais diferentes áreas e adaptações para casos específicos, o princípio do modelo é o mesmo, tem-se uma população que deixa de aumentar quando atinge uma densidade máxima. Para valores de densidade tendendo a zero, o crescimento é aproximadamente exponencial, enquanto que para valores de densidade, onde a população tendendo a densidade máxima, o crescimento tende a zero (VERHULST, 1938).

O modelo logístico pode ser escrito de diversas formas, a escolha depende da situação em que deseja-se utilizá-lo. A partir de 1993, afim de aperfeiçoar o modelo e conseguir uma descrição mais ampla dos sistemas, começou a ser considerado nas equações diferenciais ordinárias e parciais, um tempo de atraso (KUANG, 1993, COUTINHO, 2010).

II. INTERAÇÕES

Na literatura é possível encontrar trabalhos que consideram o efeito do tempo de atraso sobre a proliferação de células cancerígenas, incluindo respostas do sistema imunológico e tratamento com fármacos (LI, 2010; ONOFRIO, 2010; STAMPER, 2010; PAUL, 1992; BYRNE, 1997; FU, 2011; HAO, 2011; PATANARAPEELERT, 2011; AMSTER, 2012; VILLASANA, 2003; YAFIA, 2006; YAFIA, 2011). Também se encontram na literatura, trabalhos considerando o efeito do tempo de atraso, verificando a estabilidade analítica e numérica de uma classe de equações diferenciais não-lineares (ROJAS, 2011; XU, 2012; WEN, 2012; LUPULESCU, 2012; FATEHI, 2011; GALVAO, 2008; HOYOS, 2012; REIS, 2009).

Em organismos multicelulares existem grupos de células especializadas e organizadas de forma que o organismo possa sobreviver em harmonia com habitat (OTTO, 1997). As células tem capacidade de proliferação, que por sua vez deve ser um processo cuidadosamente regulado (BRASIL, 2010). Caso ocorra um descontrole no padrão de replicação das células, causada por acumulação gradual de mudanças genéticas, tem-se uma neoplasia, ou seja, um tumor (HAHN, 2002; HERREN, 1968).

Na Figura 1 observa-se uma ideia geral das interações básicas do organismo, onde a replicação das células

tumorais é dependente da capacidade máxima que o meio suporta. Dentro dessa capacidade estão o espaço, a alimentação, a luta das células tumorais contra a proteção natural do organismo e a luta contra agentes externos inseridos no organismo (fármacos e técnicas de controle). Uma das principais formas dos organismos multicelulares responderem a estímulos intra e extracelulares é a indução da morte celular geneticamente programada, conhecida como apoptose. Ainda na Figura 1, observam-se células cancerígenas (M) sendo levadas a morte programada, o que é importante, pois leva afirmativa de que a apoptose é um dos fatores que pode ajudar na redução do crescimento de tumores (GRIVICICH, 2007).

Enquanto uma taxa de células tumorais (M) é direcionada a apoptose, outra sobre interação com sistema imunológico (N), uma forma natural de defesa dos organismos, que por sua vez também interage consigo mesmo em um processo de ativação de células que inicialmente encontrava-se em repouso (Z) e na sequência passam a agir como caçadoras (N).

Esse processo de ativação faz parte da resposta do sistema imunológico considerada nesse trabalho, é chamada imunidade mediada por células são realizadas pelos linfócitos T. Os linfócitos T podem ser separados em duas classes, os linfócitos T citotóxicos (CTLs), chamados de células de caça (N) no modelo e os linfócitos T auxiliares, chamados de células em repouso (Z). É importante ressaltar que uma vez convertida em caçadora, a célula nunca retornará para a fase de repouso.

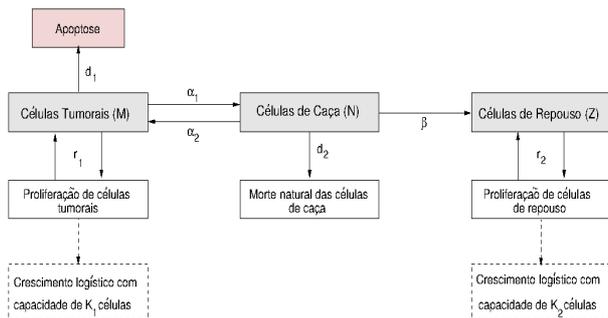


Figura 1 – Representação esquemática da interação entre células cancerígenas e sistema imunológico

III. O MODELO

Neste trabalho apresenta-se um modelo descrevendo o sistema onde células cancerígenas interagem com o sistema imunológico, considerando-se o processo de morte programada das células.

Para base científica do trabalho, escolheu-se o modelo matemático proposto por Banerjee e colaboradores (BANERJEE, 2008), no qual, células tumorais e sistema imune interagem entre si, porém, não se considera a ação de morte celular programada.

No modelo proposto neste trabalho, além das interações ocorridas entre o sistema imunológico e células tumorais, considera-se um termo representando a morte programada das células, permitindo assim uma análise mais completa da dinâmica de supressão das células tumorais. Trata-se de um modelo com três equações diferenciais, cada uma representando uma classe de células que evoluem de

maneira logística. Com a equação (1) descreve-se a dinâmica de proliferação das células tumorais,

$$\frac{dM(t)}{dt} = r_1 M(t) \left(1 - \frac{M(t)}{k_1} \right) - \alpha_1 M(t) N(t) - d_1 M(t) \quad (1)$$

onde representa-se o número de células tumorais por M , a taxa de proliferação das células tumorais por r_1 , com $r_1 > 0$, e o número máximo de células tumorais que o sistema comporta por k_1 , com $k_1 > 0$.

Além da proliferação das células tumorais estar limitada por um fator de crescimento k_1 , considera-se o termo $-\alpha_1 MN$ representando a perda de células tumorais devido ao encontro com as células de caça (N).

Para finalizar os termos da equação (1), tem-se $-d_1 N$, responsável por um dos principais pontos deste trabalho, a morte celular programada, ou seja, a apoptose das células tumorais.

Na equação (2) do modelo, observa-se a dinâmica das células de caça (N),

$$\frac{dN(t)}{dt} = \beta N(t) Z(t - \tau) - d_2 N(t) - \alpha_2 M(t) N(t) \quad (2)$$

onde representa-se o número de células de caça por N , e a morte natural das células de caça (N) (tanto d_1 como d_2 são constantes positivas) pelo termo $-d_2 N$.

O termo $-\alpha_2 MN$, é responsável pela perda de células de caça (N) devido ao encontro com as células tumorais (M). Por último, mas não menos importante, tem-se o termo $-\beta NZ(t - \tau)$ referindo-se a conversão de células inicialmente em repouso (Z) para células ativas (N), que passarão a ser predadoras no sistema. A conversão é um processo de ativação e conversão de células em repouso para células de caça, esse processo não é instantâneo, possui um tempo de atraso τ .

Assim como na equação (2), o termo $-\beta NZ(t - \tau)$ também aparece na equação (3), que descreve a dinâmica das células em repouso (Z),

$$\frac{dZ(t)}{dt} = r_2 Z(t) \left(1 - \frac{Z(t)}{k_2} \right) - \beta N(t) Z(t - \tau), \quad (3)$$

onde encontra-se Z representando o número de células em repouso, r_2 a taxa de proliferação células em repouso ($r_2 > 0$) e k_2 o número de células em repouso ($k_2 > 0$). O termo $-\beta NZ(t - \tau)$ é o responsável pela conversão das células de repouso (Z) para a célula de caça (N). O atraso ocorrido nessa conversão induz um atraso no aumento do número das células de caça (N), e isso faz com que o termo $-\beta NZ(t - \tau)$ esteja presente também na segunda equação.

IV. PARÂMETROS DO SISTEMA

Para as simulações realizadas, selecionou-se valores para os parâmetros a partir de resultados de trabalhos experimentais sobre dinâmica de crescimento do linfoma B altamente maligno. Na tabela 1, apresenta-se os valores dos

parâmetros para o crescimento logístico do tumor na ausência de uma resposta do sistema imunológico.

Tabela 1 - Valores dos Parâmetros Utilizados para a Análise Numérica

Parâmetros	Referências
$r_1 = 0,18 \text{ dia}^{-1}$	(SIU, 1986)
$k_1 = 5 \times 10^6 \text{ células}$	(SIU, 1986)
$\square_1 = 1,101 \times 10^{-7} \text{ células}^{-1}\text{dia}^{-1}$	(KUZNETSOV, 1994)
$\square_2 = 3,422 \times 10^{-10} \text{ células}^{-1}\text{dia}^{-1}$	(KUZNETSOV, 1994)
$d_1 = 0,0412 \text{ dia}^{-1}$	(KUZNETSOV, 1994)
$r_2 = 0,0245 \text{ dia}^{-1}$	(BANERJEE, 2008)
$k_2 = 1 \times 10^7 \text{ células}$	(BANERJEE, 2008)
$\square = 6,2 \times 10^{-9} \text{ células}^{-1}\text{dia}^{-1}$	(KUZNETSOV, 1994)
$\tau = 45 \text{ dias}$	(BORGES, 2014)

É importante salientar a possibilidade de se encontrar bifurcações de Hopf quando se utiliza equações diferenciais com atraso. Em trabalhos anteriores Iarosz e colaboradores (IAROSZ, 2012), Borges e colaboradores (BORGES, 2014) descrevem um crescimento de órbitas periódicas a partir de um ponto fixo de equilíbrio de um determinado sistema (BRU, 2006). Representam o comportamento mutável da proliferação das células tumorais quando um tempo de atraso é inserido. O valor de τ utilizado neste trabalho ($\tau = 45$), corresponde ao comportamento onde a recorrência das células tumorais é regular (IAROSZ, 2012).

V. EQUILÍBRIO E ESTABILIDADE

Quando um trabalho sobre dinâmica de populações é proposto, é importante que se observe a estabilidade do sistema, bem como algumas consequências que restrinjam o crescimento. Neste sentido, o estudo de positividade e contorno limitado das soluções do sistema em torno de diferentes estados estacionários faz-se necessário.

Na teoria de equações diferenciais o ponto $\tilde{x} \in \mathbb{R}^n$ é um ponto de equilíbrio para equação diferencial $\frac{dx}{dt} = f(x, t)$ se $f(\tilde{x}, t) = 0$ para todo t . A análise do equilíbrio (denotado por E) apresentada gira em torno das variáveis que representam as células tumorais (M), células de caça (N) e células em repouso (Z). As variações em M, N e Z deveram tornar as equações (1), (2) e (3) nulas.

Algumas das análises de equilíbrios não são fisiologicamente viáveis, ou seja, acabam por levar o indivíduo a morte, porém, apresentam-se neste trabalho devido ao interesse matemático e possível interpretação. Na tabela 2, apresenta-se uma descrição dos estados apresentados.

Tabela 2 – Condições para Análises de Equilíbrio.

Estado (M, N, Z)	Descrição
$E_0(0,0,0)$	Ausência de células tumorais, células de caça e de repouso;
$E_1(k_1,0,0)$	As células tumorais chegam ao número máximo k_1 , porém, há ausência de células de caça e de repouso;
$E_2(0,0,k_2)$	Ausência de células tumorais e de células de caça, porém, com células em repouso podendo chegar a um número máximo k_2 ;
$E_3(k_1,0,k_2)$	O número de células tumorais e células em repouso atingiram o valor máximo, porém, as células em repouso não se convertem em células de caça.

A matriz Jacobiana para um equilíbrio genérico $E^*(M^*, N^*, Z^*)$ que assume a seguinte forma

$$J = \begin{bmatrix} J_{11} & -\alpha_1 M_1 & 0 \\ -\alpha_2 N & J_{22} & \beta N e^{-\lambda \tau} \\ 0 & -\beta Z e^{-\lambda \tau} & J_{33} \end{bmatrix},$$

com os valores da diagonal escritos como

$$\begin{aligned} J_{11} &= r_1 - 2r_1 \frac{M}{k_1} - \alpha_1 N - d_1, \\ J_{22} &= \beta Z e^{-\lambda \tau} - d_2 - \alpha_2 M, \\ J_{33} &= r_2 - 2r_2 \frac{Z}{k_2} - \beta N e^{-\lambda \tau}. \end{aligned}$$

Os valores da diagonal nos permite uma avaliação sobre o equilíbrio estável ou instável do sistema. Para ser estável é necessário que a parte real de todos os autovalores da matriz seja negativa, caso um dos valores não o seja, então equilíbrio será instável.

Para o estado de equilíbrio $E_0(0,0,0)$ e $E_1(k_1,0,0)$, as matrizes Jacobianas podem ser escritas como

$$J = \begin{bmatrix} r_1 - d_1 & 0 & 0 \\ 0 & -d_2 & 0 \\ 0 & 0 & r_2 \end{bmatrix}$$

e

$$J = \begin{bmatrix} r_1 - d_1 & -\alpha_1 k_1 & 0 \\ 0 & -d_2 - \alpha_2 k_1 & 0 \\ 0 & 0 & r_2 \end{bmatrix},$$

respectivamente. Para ambos os estados, admite-se autovalor positivo r_2 , sendo assim, resultam em um equilíbrio instável.

Já para o estado $E_2(0,0,k_2)$, observa-se a matriz Jacobiana

$$J = \begin{bmatrix} r_1 - d_1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta k_2 e^{-\lambda \tau} - d_2 & 0 \\ 0 & -\beta k_2 e^{-\lambda \tau} & -r_2 \end{bmatrix},$$

com autovalores $\{r_1 - d_1, \beta e^{-\lambda \tau} k_2 - d_2, -r_2\}$. Neste caso a estabilidade é dependente do tempo de atraso. O mesmo caso repete-se no caso do equilíbrio $E_3(k_1, 0, k_2)$, onde a matriz Jacobiana pode ser escrita na forma

$$J = \begin{bmatrix} r_1 - d_1 & \alpha_1 k_1 & 0 \\ 0 & \beta k_2 e^{-\lambda x} - d_2 - \alpha_2 k_2 & 0 \\ 0 & -\beta k_2 e^{-\lambda x} & -r_2 \end{bmatrix},$$

com autovalores $\{r_1 - d_1, \beta e^{-\lambda x} - d_2 - \alpha_2 k_2, -r_2\}$.

VI. RESULTADOS NUMÉRICOS

Como se apresentou na seção III, o modelo proposto é composto por três equações diferenciais com um tempo de atraso, as simulações apresentadas neste item, fazem uso dos valores apresentados na Tabela 1 da seção IV.

Evidências experimentais mostram que tumores malignos apresentam resistência à apoptose, porém, com fármacos específicos é possível reverter esse quadro e induzir a apoptose em células tumorais (OKADA, 2004). Na Figura 2, apresenta-se o comportamento da interação entre células tumorais e sistema imunológico conforme o valor do termo de morte programada aumenta.

Observa-se na Figura 2 (a) a evolução do sistema com a presença de células tumorais se proliferando, enquanto as células de repouso convertem-se em células de caça, que por sua vez tentam aniquilar as células tumorais. Neste caso não há presença de morte programada das células tumorais, ou seja, o termo $-d_1 M$ presente na equação (1) é nulo, pois para essa simulação considera-se $d_1 = 0$.

A fim de observar a influência da apoptose na interação tumor-sistema imunológico, mostra-se nas Figuras 2 (b) e (c) a redução das células tumorais quando considera-se $d_1 = 0,02$ e $d_1 = 0,04$, respectivamente. É possível notar que com o acréscimo no termo que representa a apoptose na equação (1), o número de células tumorais decresce em um tempo cada vez menor em comparação com o ocorrido na Figura 2 (a), de onde se pode concluir que a apoptose celular realmente tem uma influência significativa em tratamentos para tumores.

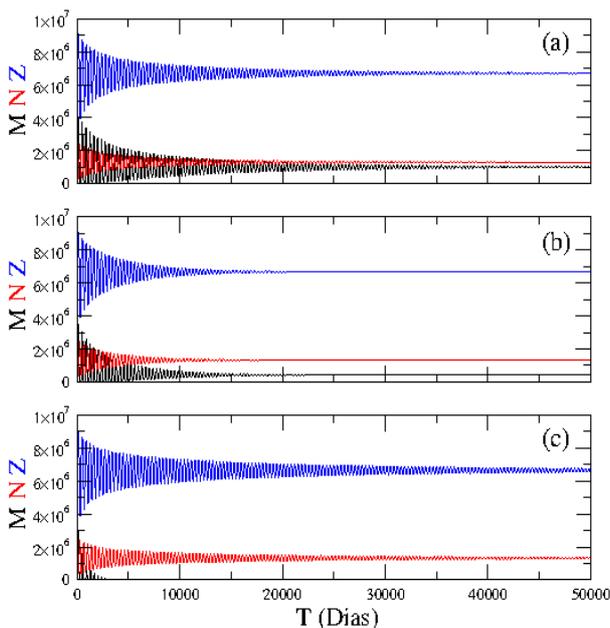


Figura 2 – Evolução temporal de células tumorais e sistema imunológico conforme um termo de morte programada é inserido no modelo. Em (a) considera-se $d_1 = 0$, em (b) $d_1 = 0,02$ e (c) $d_1 = 0,04$, para os demais parâmetros utilizados nas simulações estão presentes na Tabela 1 com as condições iniciais $M(0)=2700000$; $N(0)=204000$; $Z(0)=7180000$

Na Figura 3 apresenta-se a relação do tempo (T) para o qual as células tumorais (M) decrescem em função de d_1 . Observa-se que quanto maior o valor da variável que controla o termo $-d_1 M$, menor será o tempo para que a aniquilação das células tumorais aconteça. Tem-se na Figura 3 um comportamento tipo lei de potência e demonstra-se que a supressão do número de células tumorais tem dependência com a apoptose celular. Para complementar esse resultado, observa-se na Figura 4 a região onde ocorre a supressão do número de células tumorais (M). Essa análise mostra que os valores que delimitam as regiões obedecem um comportamento linear. Em preto tem-se a região onde os valores do número de células tumorais oscilam e atingem um equilíbrio diferente de zero, e em branco apresenta-se a região onde ocorre a supressão do número de células tumorais. Nota-se que para valores de $d_1 > 0,2$ ocorre a supressão para quaisquer valores de α_1 , variável associada a interação tumor-sistema imunológico.

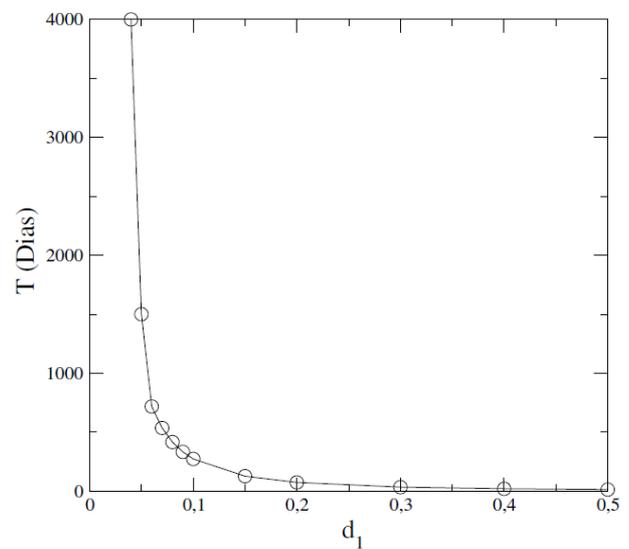


Figura 3 – Representação do tempo para que ocorra a supressão do número de células tumorais considerando-se o termo de apoptose no modelo

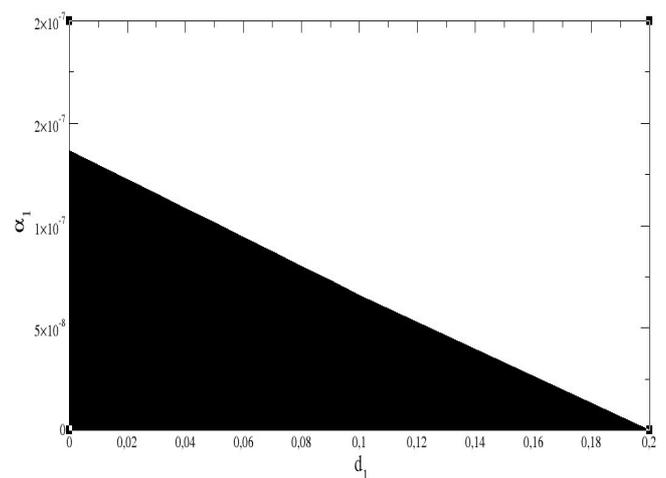


Figura 4 – Supressão do número de células tumorais considerando-se a presença de apoptose celular

VII. AGRADECIMENTOS

A realização do trabalho foi possível devido ao auxílio financeiro das seguintes agências:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Fundação Araucária, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Programa Ciência sem Fronteiras, processos número: 245377/2012-3 e 17656125.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VERHULST, P. F. Noticesur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance Mathématique et Physique*, v.10, p. 113-121, 1838.
- ZHANG, J.; LIU, G. D.; DENG, S. H.; LIU, L.; GUO, H.; HUANG, L. L.; XING, B.; TIAN, S. Simulation of the Monthly Hydroelectricity Generation in China Based on a Logistic Model, Energy sources part B- economics planning and policy, v. 9, p. 383-390, 2014.
- LAI, M. Y.; YANG, H. M.; YANG, S. P.; ZHAO, J. H.; XU, Y. Cyber-physical logistics system-based vehicle routing optimization. *Journal of industrial and management optimization*, v. 10, p. 701-715, 2014.
- ZHANG, X. H.; WANG, Ke. Stability analysis of a stochastic Gilpin-Ayala model driven by Levy noise, *Communications in nonlinear science and numerical simulation*, v. 19, p. 1391-1399, 2014.
- GONG, Z.; AMBROSONE, C. B.; McCANN, S. E.; ZIRPOLI, G.; CHANDRAN, U.; HONG, C.; BOVBJERG, D. H.; JANDORF, L.; CIUPAK, G.; PAWLISH, K.; LU, Q.; HWANG, H.; KHOURY, T.; WIAM, B.; BANDERA, E. V. Associations of dietary folate, Vitamins B6 and B12 and methionine intake with risk of breast cancer among African American and European American women. *International journal of cancer*, v. 134, p. 1422-1435, 2014.
- BONIFAZI, C.; MARINI, C. The Impact of the Economic Crisis on Foreigners in the Italian Labour Market. *Journal of ethnic and migration studies*, v. 40, p. 493-511, 2014.
- DWIVEDI, A. K.; MALLAWAARACHCHI, I.; LEE, S.; TARWATER, P. Methods for estimating relative risk in studies of common binary outcomes. *Journal of applied statistics*, v. 41, p. 484-500, 2014.
- BORGES, F. S.; IAROSZ, K. C.; REN, H. P.; BATISTA, A. M.; BAPTISTA, M. S.; VIANA, R. L.; LOPES, S. R.; GREBOGI, C. Model for tumour growth with treatment by continuous and pulsed chemotherapy. *BioSystems*, v. 116, p. 43-48, 2014.
- KUANG, Y. *Delay differential equations with applications in population dynamics*. Academic Press, Inc 191, 1993.
- COUTINHO, R. M. *Equações diferenciais com retardo em biologia de populações*, IFT, São Paulo, 2010.
- FREEDMAN, H. I.; PINHO, S. T. R. Stability criteria for the cure state in a cancer model with radiation treatment. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, v. 10, p. 2709-2715, 2009.
- LI, X.; FU, X. Stability analysis of stochastic functional differential equations with infinite delay and its application to recurrent neural networks. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, v. 234, p. 407-417, 2010.
- D'ONOFRIO, A.; GATTI, F.; CERRAI, P.; FRECHI, L. Delay-induced oscillatory dynamics of tumour-immune system interaction. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 51, p. 572-591, 2010.
- STAMPER, I. J., *et al.* Oscillatory dynamics in a model of vascular tumour growth - implications for chemotherapy. *Biology Direct*, v. 5, p. 1-17, 2010.
- PAUL, C. A. H. Developing a delay differential equation solver. *Applied Numerical Mathematics*, v.9, p.403-414, 1992.
- BYRNE, H. M. The effect of time delays on the dynamics of avascular tumor growth. *Mathematical Biosciences*, v. 144, p. 83-117, 1997.
- FU, G.; WANG, Z.; LI, J.; WU, R. A mathematical framework for functional mapping of complex phenotypes using delay differential equations. *Journal of Theoretical Biology*, v. 289, p. 206-216, 2011.
- HAO, Y.; GONG, Y.; WANG, L.; MA, X.; YANG, C. Single or multiple synchronization transitions in scale-free neuronal networks with electrical or chemical coupling. *Chaos, Solitons & Fractals*, v. 44, p. 260-268, 2011.
- PATANARAPEELERT, K.; FRANK, T. D.; TANG, I. M. From a cellular automaton model of tumor-immune interactions to its macroscopic dynamical equation: A drift-diffusion data analysis approach. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 53, p. 122-130, 2011.
- AMSTER, P.; BEREZANSKY, L.; IDELS, L. Periodic solutions of angiogenesis models with time lags. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, v. 13, p. 299-311, 2012.
- VILLASANA, M.; RADUNSKAYA, A. A delay differential equation model for tumor growth. *Journal of Mathematical Biology*, v. 47, p. 270-294, 2003.
- YAFIA, R. Hopf Bifurcation in a delayed model for tumor-immune system competition with negative immune response. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, v. 2006, p. 1-9, 2006.
- YAFIA, R. A study of differential equation modeling malignant tumor cells in competition with immune system. *International Journal of Biomathematics*, v. 4, p. 185-206, 2011.
- ROJAS, J. F.; TORRES, I. An exact solution of delay-differential equations in association models. *Revista Mexicana de Física*, v. 57, p. 117-124, 2011.
- XU, Y.; MADONZO, V.D. Analysis on Takens-Bogdanov points for delay differential equations. *Applied Mathematics and Computation*, v. 218, p. 11891-11899, 2012.
- WEN, L.; LIU, X. Numerical stability of one-leg methods for neutral delay differential equations. *BIT Numerical Mathematics*, v. 52, p. 251-269, 2012.
- LUPULESCU, V.; ABBAS, U. Fuzzy delay differential equations. *Fuzzy Optim Decis Making*, v. 11, p. 99-111, 2012.
- FATEHI, A.; MURLEY, J.; SAAD, N. On a modified beta function and some applications. *Applied Mathematics and Computation*, v. 218, p. 1012-1018, 2011.
- GALVÃO, V.; MIRANDA, J. G. V. A computational model for cancer growth by using complex networks. *Physica A*, v. 387, p. 5279-5286, 2008.
- HOYOS, F. T.; MARTÍN-LANDROVE, M. 3-D in vivo brain tumor geometry study by scaling analysis. *Physica A*, v. 391, p. 1195-1206, 2012.
- REIS, E. A.; SANTOS, L. B. L.; PINHO, S. T. R. A cellular automata model for avascular solid tumor growth under the effect of therapy. *Physica A*, v. 388, p. 1303-1314, 2009.
- OTTO, S. E. *Enfermagem em oncologia*, 3.ed. Lusociência - Edições técnicas e científicas, Ltda, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Secretaria de Atenção à Saúde/ Departamento de Regulação, Avaliação e Controle/Coordenação Geral de Sistemas de Informação. Manual de bases técnicas da oncologia - SIA/SUS - Sistema de Informações Ambulatoriais, 2010.

HAHN, W. C.; WEINBERG, R. A. Modelling the molecular circuitry of cancer. *Nature Reviews*, v. 2, p. 331-341, 2002.

SIMPSON-HERREN, L.; BLOW, J. G.; BROWN, P. H. The mitotic cycle of sarcoma 180. *Cancer Research*, v. 28, p. 724-725, 1968.

GRIVICICH, I.; REGNER, A.; ROCHA, A. B. Apoptosis: Programmed Cell Death. *Revista brasileira de cancerologia*, v. 53, p. 335-343, 2007.

BANERJEE, S.; SARKAR, R. R. Delay-induced model for tumor-immune interaction and control of malignant tumor growth. *BioSystems*, v. 91, p. 268-288, 2008.

SIU, H.; VITATTA, E. S.; MAY, R. D.; UHR, I. W. Tumor dormancy. i. regression of bcl1 tumor and induction of a dormant tumor state in mice chimeric at the major histocompatibility complex. *Journal Immunology*, v. 76, p. 1376-1382, 1986.

KUZNETSOV, V.; TAYLOR, M., Nonlinear dynamics of immunogenic tumors: parameter estimation and global bifurcation analysis. *Bulletin of Mathematical Biology*, v. 56, p. 295-321, 1994.

IAROSZ, K. C.; BATISTA, A. M.; VIANA, R. L.; LOPES, S. R.; CALDAS, I. L.; PENNA, T. J. P. The influence of connectivity on the firing rate in a neuronal network with electrical and chemical synapses. *Physica A*, v. 391, p. 819-827, 2012.

BRU, A.; ALBERTOS, S.; SUBIZA, J. L.; GARCIA-ASENJO, J. L.; BRU, I. The universal dynamics of tumor growth. *Biophysical Journal*, v. 85, p. 2948-2961, 2003.

OKADA, H.; MAK, T. W. Pathways of apoptotic and nonapoptotic death in tumour cells. *Nature Reviews Cancer*, v. 4, p. 592-603, 2004.

IX. COPYRIGHT

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

PROTEÇÃO DE SOBRETENSÃO PROTEÇÃO DE VOLTS-HERTZ E LIMITAÇÃO DE VOLTS-HERTZ DE MÁQUINAS SÍNCRONAS

CLÁUDIO HOMERO FERREIRA DA SILVA¹, LUIZ RENATO GOMES²
1 – CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA; 2 – LUIZ RENATO GOMES-ME
chomero@cemig.com.br; luiz.ghigi@hotmail.com

Resumo - Este artigo tem por objetivo mostrar as experiências obtidas na área de regulação e controle da Usina de Emborcação (4 x 284 MVA), da CEMIG, acerca da otimização de dispositivos de proteção de máquina síncrona, mais especificamente a proteção de sobretensão, a proteção de Volts-Hertz e a limitação de Volts-Hertz, dispositivos incorporados aos esquemas de proteção e de regulação de sistemas elétricos de potência. A proposta consiste no estabelecimento de um procedimento de ajustes que garanta a operação correta e coordenada destes três dispositivos de proteção no sentido de manter a estabilidade da operação interligada frente a distúrbios e ocorrências. Resultados de simulações e de ensaios de campo serão apresentados de modo a se formar uma ideia mais concreta sobre a proposta.

Palavras-chave: Limitador Volts-Hertz. Máquina Síncrona. Sistema de Proteção. Sobretensão.

I. INTRODUÇÃO

As máquinas síncronas que compreendem a grande maioria do conjunto das máquinas elétricas encontradas no atual sistema de potência utilizam complexos sistemas de proteção e de controle automático de excitação.

Empregam-se unidades de relé estáticas e sistemas automáticos de controle da corrente de excitação a base de tiristores (*Silicon Controlled Rectifiers*).

A construção de grandes transformadores de potência para a transmissão de energia elétrica associados às grandes máquinas síncronas exigiu maiores cuidados por parte dos fabricantes. Em termos de sistema de proteção o que se verifica entre a maioria dos projetos é mais uma preocupação com o equipamento em si sendo que a questão de otimização acaba por permanecer num segundo plano. Quanto aos sistemas de regulação e controle, sejam estes de geração ou mesmo de excitação, já existe uma preocupação maior. Evidentemente que ambas as áreas têm suas particularidades e razões defendendo bem as suas posições.

O presente trabalho versa sobre uma proposta de ajuste visando à seletividade operativa entre três diferentes dispositivos que não têm outra função senão a de proteção de um conjunto hidrelétrico, motor ou gerador síncrono.

Esses dispositivos são representados pela clássica proteção de sobretensão, a não tão convencional proteção de sobrefluxo de excitação (proteção de Volts-Hertz ou

tensão/frequência) e o dispositivo de limitação de relação tensão/frequência (limitador de Volts-Hertz) incorporado ao sistema automático regulador de tensão, realizado pelo sistema de excitação.

II. HISTÓRICO

Após a entrada em operação do conjunto hidrelétrico de Itaipu (20 x 700 MW) seguida da ampliação da malha de transmissão do sudeste brasileiro, problemas ligados a baixo amortecimento dos principais órgãos controladores como reguladores de velocidade e de tensão acabaram provocando, por parte das empresas concessionárias de energia, um trabalho de revisão na filosofia de ajustes.

Contingências associadas à saída de *links* de corrente contínua (CC) de Itaipu, caracterizando a perda de grande bloco de geração, trouxeram graves desligamentos motivados, muitas vezes, por uma incompatibilidade operativa entre os diferentes órgãos de controle.

Efeitos de sobretensão bem como de sobrefrequência eram observados quando grandes blocos de cargas eram desconectados e efeitos de subfrequência eram observados quando da perda do bloco de geração de Itaipu ou quando uma linha de interligação era desligada pela proteção (VALGAS *et al.*, 1992).

Após toda uma tarefa de estudos de simulação, seguida de ensaios de campo com, inclusive, um longo trabalho de validação da modelagem utilizada, dúvidas ainda existiam quanto ao ajuste de alguns dispositivos denominados limitadores que se encontram incorporados a cadeia de controle do regulador de tensão.

A partir de estudos de simulação efeitos de sobretensão, atuando simultaneamente com subfrequência, foram detectados quando ocorrências como a abertura do *link* CC de Itaipu vinham acompanhadas da atuação da proteção *Load Shedding* com corte de cargas.

Em setembro de 94, após uma ocorrência caracterizada pela perda de um grande bloco de geração de Itaipu, aproximadamente 4.500 MW, seguida de desligamentos de algumas linhas de interligação na região sudeste, as máquinas das usinas de Emborcação (4 x 298 MW) e de São Simão (6 x 285 MW), ambas da CEMIG, receberam comando de desligamento tendo havido, no

caso específico de Emborcação, atuação da proteção de sobretensão e do limitador de Volts-Hertz.

Após uma série de atividades ligadas a estudos de simulação e ensaios de campo, tanto na usina de São Simão quanto na usina de Emborcação, ficou constatado que os desligamentos ocorreram por falta de seletividade entre os órgãos de proteção e que dentro de certos limites, trabalhando-se com determinados ajustes, desligamentos como o que ocorreu poderiam ser evitados.

Após a execução dos trabalhos, com a modificação dos ajustes originalmente implantados desde a época do comissionamento, a usina de Emborcação respondeu de maneira satisfatória a uma segunda ocorrência muito semelhante àquela anteriormente mencionada.

É importante lembrar que alterações em dispositivos de proteção de máquinas elétricas, principalmente máquinas de grande porte, requerem consultas tanto aos projetistas quanto aos fabricantes visto que modificações sem critério poderão trazer solicitações além dos limites estipulados pelo projeto com consequentes danos ao equipamento.

III. DESCRIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO ASSOCIADOS

Os dispositivos de proteção abordados neste artigo podem ser mais bem entendidos e visualizados no diagrama unifilar simplificado da Figura 1.

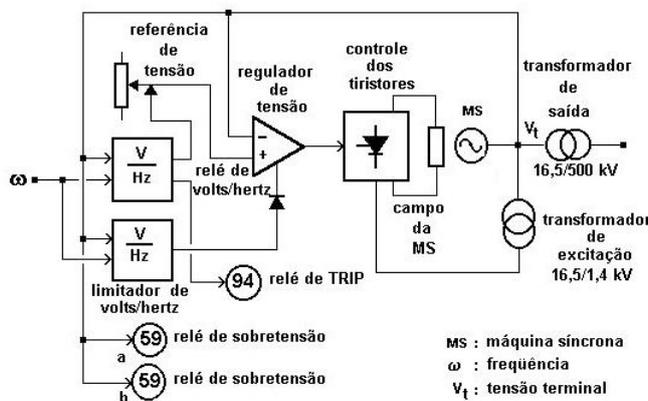


Figura 1 - Sistema de Excitação e de Proteção de Emborcação

3.1. Proteção de Sobretensão

A proteção de sobretensão aplicada a máquinas síncronas, em um sistema hidrelétrico, cumpre a importante função de proteger tais máquinas de uma possível falha do regulador automático de tensão (AIEE COMMITTEE REPORT, 1951).

As máquinas hidráulicas de grande porte atualmente construídas, quando de uma rejeição súbita de carga a estas conectadas, podem atingir em média um valor próximo de 160 % da rotação nominal em um período de 5 a 10 s. Como a atuação de dispositivos como reguladores de velocidade é mais lenta frente à conhecida constante de tempo de escoamento, inerente a própria regulação, cerca de 50 a 60 s em média, acaba ficando para o regulador de tensão a missão de promover a devida redução da tensão que irá subir em função da sobrevelocidade imposta pela ocorrência.

A proteção de sobretensão é utilizada como retaguarda no caso de falha no regulador automático de tensão (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, 1982).

Os grupos de geração muitas vezes são projetados para operarem com sobretensões além de 110% da tensão nominal, porém as cargas conectadas a estes grupos normalmente não suportam mais que este limite de 110% (RAO, 1982). Por isso a literatura técnica define um valor máximo de 110 % da tensão nominal como valor de pick-up para a proteção de sobretensão.

Por filosofia de projeto das grandes máquinas síncronas, normalmente a proteção de sobretensão trabalha com um relé de ação instantânea e outro de ação temporizada. A ação temporizada normalmente não leva em conta a taxa de subida da tensão terminal como resposta do regulador de tensão frente a um degrau na sua referência, um tipo comum de ensaio realizado. Este tipo de ensaio deve ser realizado com máquina operando excitada em vazio na tensão nominal. Assim, definem-se valores de ajuste segundo critérios de fabricantes de relés e/ou fabricantes de máquinas estipulando-se um valor de *pick-up* entre 105 e 108 % da tensão nominal para a proteção de sobretensão temporizada, normalmente a temporização é de 2 a 3 s para atuação do relé.

A proteção de sobretensão instantânea, nesses critérios, trabalha com um valor de *pick-up* entre 110 e 120 % do valor da tensão nominal.

Em Emborcação, os ajustes prevêm para a proteção de sobretensão temporizada um valor de *pick-up* de 108 % da tensão terminal em 3 s e um valor de 120 % para o *pick-up* da unidade instantânea. Por estes valores já se pode perceber que a proteção de sobretensão temporizada é bem conservativa ainda mais se sabendo que o projeto da máquina principal admite um nível máximo permanente de tensão terminal de 110 % da tensão terminal e que o regulador automático de tensão tem um valor de ganho transitório compatível respondendo com um tempo de acomodação da tensão terminal inferior a 3 s.

3.2. Dispositivos de Proteção de Volts-Hertz

A proteção de Volts-Hertz trata-se de um dispositivo que tem como função detectar o chamado sobrefluxo que pode vir a trazer problemas de aquecimento exagerado pela circulação de correntes internas tanto no transformador de potência de saída quanto no transformador de excitação ou pelo aumento da tensão ou pela redução da frequência ou pela ação simultânea de ambos os efeitos. Esta proteção tem por finalidade proteger transformadores e não máquinas girantes no caso.

Seja a equação seguinte onde se tenta mostrar o valor do módulo da corrente circulante por um transformador supondo-se que este esteja sendo alimentado por um gerador síncrono.

$$i_{exc} = \frac{V_t}{X_T} \quad (01)$$

Na equação 01 considerar:

i_{exc} : corrente de excitação do transformador em ampères eficazes

V_t : tensão terminal de saída da máquina síncrona em volts eficazes

X_T : reatância do transformador em ohms

Mas a reatância X_T depende da magnitude da frequência, assim tem-se a seguinte relação para a equação 01 anterior:

$$i_{exc} = \frac{V_t}{\omega L_T} \quad (02)$$

Na equação 02 $\omega = 2\pi f$, sendo que f representa a frequência em Hz e L_T representa a indutância do enrolamento do transformador em Henries.

Pela equação 02 nota-se que, em condições anormais, quando coexistem sobretensão e subfrequência, o valor da corrente circulante pelo transformador sofrerá algum tipo de acréscimo gerando o chamado sobrefluxo de excitação.

Em grandes transformadores de potência os fabricantes têm se mostrado preocupados com o problema do sobrefluxo.

A partir do projeto de São Simão, em termos de CEMIG, esta preocupação fica mais evidenciada. Para o projeto de Emborcação observa-se a preocupação não só do fabricante do transformador de saída da máquina principal como também do fabricante do transformador de excitação utilizado no sistema de excitação estático.

A Figura 2 mostra, a título de exemplo, a curva de tolerância à relação Volts-Hertz para um transformador que deve ser fornecida pelo fabricante.

Normalmente existem dois dispositivos que têm a função de monitoramento da relação Volts-Hertz e que, a partir de um valor pré-estabelecido, atuam no sentido de reduzir o nível da tensão terminal de saída da máquina ou então no sentido mais forte de promover o desligamento desta.

Em qualquer um dos casos a intenção sempre será a de proteção do transformador que se encontra acoplado à máquina girante.

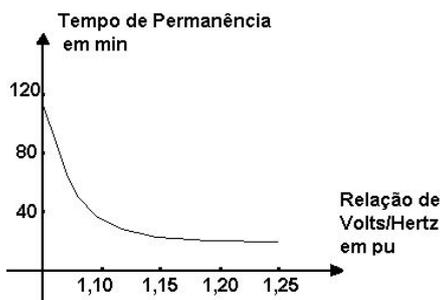


Figura 2 - Curva de Tolerância à Relação Volts / Hertz para um Transformador Hipotético

3.2.1. Relé de Volts-Hertz

Simplesmente, como é mostrado na Figura 3, o relé monitora a relação Volts-Hertz através dos sinais de tensão terminal e de frequência da máquina girante atuando diretamente no valor de referência do regulador de tensão ao mesmo tempo que dispara um outro circuito, temporizado, que promove o desligamento.

A filosofia deste dispositivo se refere àquele de Emborcação e poderá não representar uma generalização, porém pode ser tomada como base de estudos.

O relé de Volts-Hertz tem como principal objetivo a proteção do transformador de saída contra o efeito térmico degradante imposto ao isolamento pelo já citado problema do sobrefluxo (VALGAS *et al.*, 1992; STEAM STATION PROTECTION WORKING GROUP, 1973).

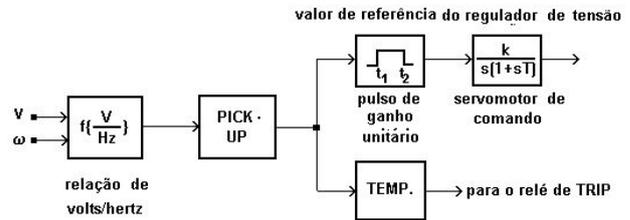


Figura 3 - Relé de Volts / Hertz de Emborcação

Na figura 03 considerar:

- K - ganho do circuito do valor de referência do regulador de tensão em volts/pu
- T - constante de tempo de integração do servomotor de controle em segundos
- $\Delta t = (t_1 - t_2)$ período de tempo de duração do pulso em segundos
- ω - frequência em pu
- V_t - tensão terminal em pu
- S- variável da transformada de Laplace

3.2.2. Limitador de Volts-Hertz

O outro dispositivo de proteção de Volts-Hertz trata-se do limitador de Volts-Hertz que normalmente fica incorporado ao regulador automático de tensão.

Trata-se de um circuito que reúne as facilidades da eletrônica com a função de monitoramento da relação Volts-Hertz a partir dos mesmos sinais de tensão e de frequência que são utilizados pelo relé Volts-Hertz.

A diferença existente entre o relé e o limitador reside no fato de que o limitador atua no canal direto da regulação de tensão, agindo como um by-pass da regulação automática e bloqueando a ação do regulador.

O relé, como já foi descrito, atua no valor de referência do regulador de tensão. A Figura 4 mostra um esquema típico para um dispositivo limitador de Volts-Hertz. O principal objetivo do limitador de Volts-Hertz é promover a proteção do transformador de excitação que é utilizado em sistemas de excitação estáticos que empregam tiristores com controle de ângulo de disparo.

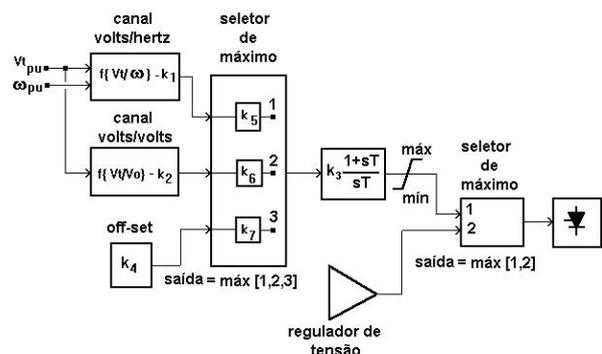


Figura 4 - Limitador de Volts / Hertz de Emborcação

Na figura 04 considerar:

- K_1 - constante relativa ao valor de *pick-up* do canal Volts-Hertz em pu
- K_2 - constante relativa ao valor de *pick-up* do canal volts/volts em pu
- K_3 - ganho do bloco proporcional-integral do limitador em volts/volts

K_4 - constante relativa ao ajuste de *off-set* em pu
 K_5 - constante de proporcionalidade do canal Volts-Hertz em volts/pu
 K_6 - constante de proporcionalidade do canal volts/volts em volts/pu
 K_7 - constante de proporcionalidade do circuito de *off-set* em volts/pu
 T - constante de tempo de integração do limitador em segundos
 V_t - tensão terminal da máquina síncrona em pu
 ω - frequência em pu
 V_o - tensão terminal nominal em pu (1,0 pu)
 $f(V_t/\omega)$ - variável função da relação tensão terminal / frequência em pu
 $f(V_t/V_o)$ - variável função da relação tensão terminal / tensão nominal em pu
 S - variável da transformada de Laplace

O diagrama de blocos mostrado na Figura 04 é o modelo simplificado, já normalizado, montado a partir da modelagem completa da unidade de produção da usina de Emborcação.

IV. PROBLEMA DA FALTA DE SELETIVIDADE

O sistema de controle e de proteção da usina de Emborcação, instalação típica de grande porte, foi apresentado de modo reduzido e apenas dirigido à proteção de Volts-Hertz nos tópicos anteriores.

Três dispositivos trabalhavam de maneira independente e descoordenada sem que houvesse uma filosofia de ação conjunta.

O problema de descoordenação apareceu sob a forma de desligamentos que foram considerados errados e motivados pela falta de seletividade entre a ação do relé de sobretensão, a ação do relé de Volts-Hertz e a ação do limitador de Volts-Hertz em ocorrências específicas e monitoradas com registradores gráficos.

As propostas originais de ajustes, deixadas em época de comissionamento, normalmente não passaram por processos de otimização por motivos outros.

Relativamente ao problema em questão, a partir de ensaios de campo, os seguintes ajustes foram levantados:

- relé de sobretensão com pick-up em 108% da tensão nominal temporizado em 3 s;
- relé de Volts-Hertz:
 - a) unidade de controle sobre o valor de referência do regulador de tensão com pick-up em 110% da tensão nominal para um valor nominal da frequência (relação Volts-Hertz = 1,1 pu/pu) e um valor de *drop-out* em 104% da tensão nominal para um valor nominal da frequência (relação Volts-Hertz = 1,04 pu/pu);
 - b) unidade de TRIP temporizada em 15s partindo simultaneamente com a unidade de controle sobre o regulador de tensão;
- limitador de Volts-Hertz de ação dinâmica com valores de *pick-up* e *drop-out* em 110% a tensão nominal para um valor nominal da frequência (relação Volts-Hertz = 1,1 pu/pu).

Com estes ajustes, levando-se em conta as constantes de tempo de integração adotadas para o servomotor de comando do valor de referência do regulador de tensão e para o circuito integrador do limitador de Volts-Hertz, haveria situações de ocorrência sistêmica em que a proteção de sobretensão atuaria antecipando a uma provável atuação que poderia muito bem ser controlada via relé Volts-Hertz ou mesmo via limitador Volts-Hertz.

Mesmo que a proteção de sobretensão estivesse ajustada para atuar como retaguarda da proteção conjunta de Volts-Hertz ainda assim haveria outros problemas como a liberação de *TRIP* pelo circuito temporizado em 15 s do relé Volts-Hertz.

Percebe-se a situação conflitante existente e os prováveis desligamentos que certamente ocorreriam. Estas situações foram simuladas nas máquinas de Emborcação através de ensaios especiais em máquina operando na condição excitada em vazio.

V. PROPOSTA DE NOVOS AJUSTES

A questão de proposição de novos ajustes não implicou em mera mudança de parâmetros por simples avaliação de literatura. Houve necessidade de consultas a fabricantes e pesquisa junto à documentação técnica do equipamento.

Dispositivos como os limitadores Volts-Hertz têm características dinâmicas inerentes ao controle automático, mais especificamente ao controle automático de tensão, que envolve todo o sistema de excitação da máquina síncrona principal.

Um comando de *TRIP*, que normalmente está incorporado à proteção de sobretensão temporizada, deverá ser o último estágio podendo também ser liberado a partir do canal de *TRIP* do relé de Volts-Hertz levando-se em conta certo critério de seletividade entre ambos.

Em sequência, antes do *TRIP*, atuaria o canal de volts/volts seguido do canal de Volts-Hertz do limitador de Volts-Hertz, e, posteriormente, o canal do relé Volts-Hertz que atua no valor de referência do regulador de tensão.

Se forem analisados os registros relativos aos ensaios realizados nas máquinas da usina de Emborcação, e às simulações computacionais, percebe-se melhor a razão desta proposição de ajustes.

Dados considerados para a simulação do estudo de caso usando a Usina de Emborcação:

- valor base de potência = 313 MVA
- valor base de tensão = 16,5 kV BT / 500 kV AT
- valor base de frequência elétrica = 377 rad/s
- valor base de tensão de campo (linha de entreferro) = 185,2 Vcc
- valor nominal de potência da máquina síncrona = 284 MW
- valor máximo de potência da máquina síncrona = 298 MW
- valor nominal do co-seno $\phi = 0,95$
- valor nominal da potência do transformador de saída = 300 MVA
- valor nominal de potência do transformador de excitação = 3,3 MVA

A Figura 5 mostra, para um valor base de 16,5 kV de tensão terminal da máquina, o resultado de um ensaio realizado com máquina excitada em vazio, com rotação abaixo da nominal, 0,99 pu, e com tensão terminal de 1,10 pu, o que impôs uma relação tensão/frequência de 1,104 pu/pu. Como esta relação, segundo a consultoria técnica do projeto de Emborcação, era limitante resolveu-se mantê-la nesta fase de pesquisa. No desempenho visto encontram-se associados não só a relação Volts-Hertz como também a relação *pick-up/drop-out* do relé além do tempo de integração do servomotor do dispositivo de comando do valor de referência do regulador de tensão. Como observação, lembra-se que não é aconselhável promover alteração no tempo de integração do valor de referência visto que este parâmetro encontra-se, normalmente, otimizado relativamente às operações de controle manual e de controle conjunto de potência reativa, ligadas ao sistema de excitação da máquina.

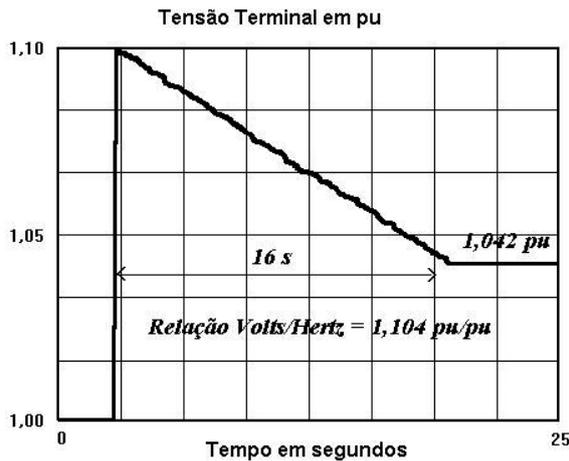


Figura 5 - Desempenho do Relé Volts / Hertz de Emborcação. Ensaio com Máquina Excitada em Vazio e Frequência em 59,5 Hz [0,99 pu]

Com referência ao relé de Volts-Hertz, será sempre esperado que exista certa relação *pick-up/drop-out* sendo importantíssimo o seu conhecimento para o estabelecimento da seletividade. Será o limite de *drop-out* do relé que irá inibir a saída de TRIP não desejada. O desempenho mostrado pelo relé de Volts-Hertz mostra o valor de *pick-up* de 110 % para a relação Volts-Hertz e o valor de *drop-out* de 104 % para um tempo total de atuação de 16 s. Geralmente, o valor de *pick-up* é ajustável enquanto o valor de *drop-out* fica mais em função da parte construtiva do relé daí a sua importância na especificação e escolha do tipo de proteção a ser utilizado. O valor de ajuste escolhido foi 112% para o *pick-up* com o valor de *drop-out* tendo ficado em 108%.

A Figura 6 mostra a atuação conjunta do relé de Volts-Hertz e do limitador de Volts-Hertz. Esta situação é a que se verifica na operação normal.

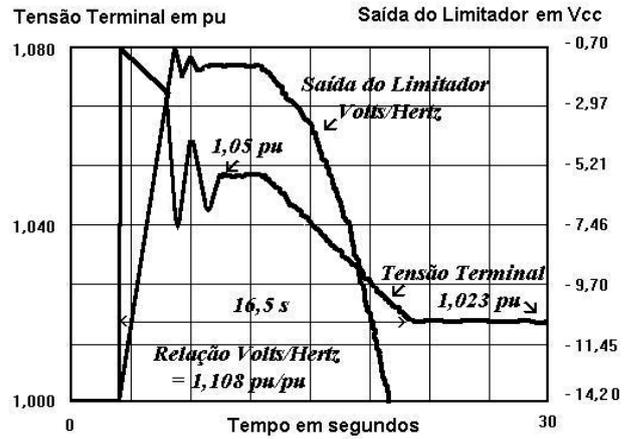


Figura 6 - Desempenho Relé versus Limitador de Volts/Hertz – Emborcação. Ensaio com Máquina Excitada em Vazio e Frequência em 58,5 Hz [0,975 pu]

O canal de *TRIP* do relé Volts-Hertz foi ajustado em um tempo fixo de 20 s para que a devida seletividade fosse mantida, respeitando-se os limites de atuação do canal que comanda o valor de referência do regulador de tensão.

Quanto à ação do limitador de Volts-Hertz, o canal de volts/volts marcará o limite da tensão independentemente da frequência enquanto o canal Volts-Hertz estabelecerá o limite para a relação tensão/frequência admissível.

Relativamente ao transformador de excitação não havia uma definição concreta se o problema do sobrefluxo de excitação, motivado por efeitos de sobretensão associados à subfrequência, merecia o mesmo grau de preocupação que fora demonstrado pelos fabricantes dos transformadores de saída das máquinas de Emborcação.

O fabricante do sistema de excitação manteve o limite de 110 % para o valor da relação Volts-Hertz a ser imposto ao transformador de excitação, canal Volts-Hertz, e um valor limite também de 110 % da tensão terminal para o canal volts/volts.

Os valores de *pick-up* e de *drop-out* para o limitador de Volts-Hertz praticamente se confundem (valor limite de 110%).

A Figura 7 mostra o desempenho já otimizado do limitador de Volts-Hertz. Aqui podem ser observados detalhes do comportamento operativo para um ensaio em que o valor da tensão terminal da máquina principal foi levado a superar o valor de 1,10 pu sob rotação nominal. A relação tensão/frequência superou o valor 1,08 pu/pu de modo que houve atuação do canal Volts-Hertz do limitador.

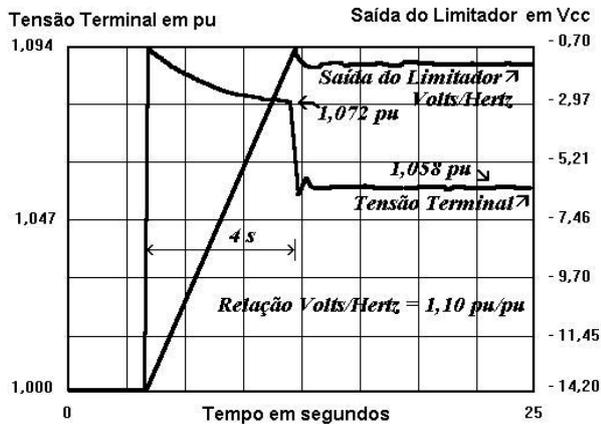


Figura 7 - Desempenho do Limitador de Volts / Hertz de Emborcação Ensaio com Máquina Excitada em Vazio e Frequência em 60 Hz [1 pu]

Aqui o limitador estava ajustado para um valor de pick-up de 1,08 pu/pu. Evidentemente que a consecução de um dispositivo com a função de supervisionar continuamente a relação de Volts-Hertz de uma máquina síncrona passa por técnicas próprias de cada fabricante não cabendo análise dentro do escopo deste trabalho a não ser de modo bem sucinto.

O limitador de Volts-Hertz de Emborcação foi todo modelado e simulado com atuação direta sobre a máquina principal quando certas particularidades tiveram de ser consideradas e mesmo avaliadas. De um modo geral todo limitador deste tipo, até mesmo devido a facilidades introduzidas pela área de eletrônica, sempre age diretamente no controle de ângulo de disparo dos tiristores que são utilizados na geração da corrente de excitação da máquina.

Isto acaba motivando uma preocupação adicional com o limite de estabilidade uma vez que oscilações indesejáveis aparecerão no sinal da tensão terminal sempre que houver atuação do limitador.

A Figura 8 mostra um caso verificado com ensaio de campo onde se vê o limitador de Volts-Hertz mais ativo que no caso visto da Figura 7. Podem-se verificar fortes oscilações motivadas pela maior rapidez na atuação do limitador. Na Figura 7 o tempo total de retardo gerado pelo circuito de integração do limitador foi de 4 s, já na Figura 8 este mesmo tempo foi de apenas 2,9 s.

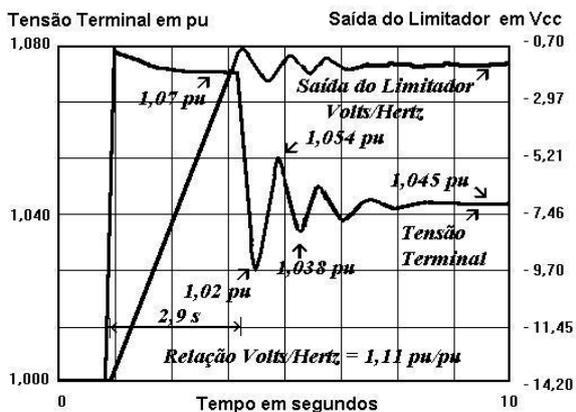


Figura 08 - Desempenho Relé versus Limitador de volts / Hertz – Emborcação. Ensaio com Máquina Excitada em Vazio e Frequência em 58 Hz [0,9666 pu].

Percebe-se, primeiramente, a atuação do relé de Volts-Hertz e posteriormente a atuação do limitador de Volts-Hertz. O limitador trouxe a tensão terminal para aproximadamente 1,05 pu, porém, como o relé não havia atingido o seu valor de *drop-out*, a tensão terminal continuou em declínio por ação deste. O valor final atingido foi de 1,02 pu.

É interessante citar que para diferentes valores de tensão terminal e de frequência, mesmo que resultem em valores iguais de relação tensão/frequência, diferentes comportamentos poderão ser verificados pelos diversos tipos de dispositivos aplicados. Isto vai depender da técnica utilizada por cada um deles.

De um modo geral os canais de Volts-Hertz e de volts/volts apresentam o equacionamento típico seguinte, referindo-se à Figura 04.

Para o canal Volts-Hertz tem-se:

$$V_S(s) = K_5 \left\{ K_3 \left(\frac{1+ST}{ST} \right) \right\} \left\{ f \left(\frac{V}{\omega} \right) - K_1 \right\} \quad (03)$$

Para o canal volts/volts tem-se:

$$V_S(s) = K_6 \left\{ K_3 \left(\frac{1+ST}{ST} \right) \right\} \left\{ f \left(\frac{V}{V_0} \right) - K_2 \right\} \quad (04)$$

Nas equações 03 e 04 a variável $V_s(s)$, que representa a tensão de saída do limitador, será selecionada a partir do ajuste de cada um dos parâmetros.

A equação geral para ambos os canais poderá ser resumida na equação seguinte.

$$V_L(s) = \left\{ \frac{K_p V_t(s)}{P(s)} + K_0 \right\} \left\{ K_3 \left(\frac{1+ST}{ST} \right) \right\} \quad (05)$$

Na equação 05 considerar:

$V_L(s)$: tensão de saída do limitador de Volts-Hertz em volts

$V_t(s)$: tensão terminal da máquina síncrona principal em pu

K_p : constante de proporcionalidade em volts/pu

$P(s)$: polinômio representativo de constantes de tempo dos filtros sem dimensão

$P(s) = 1 + P_1 S + P_2 S^2 + P_3 S^3 + \dots$

P_1, P_2, P_3, \dots coeficientes do polinômio

K_0 : constante representativa do ajuste de pick-up do limitador em volts

K_3 : ganho do bloco integral-proporcional do limitador em volts/volts

T : constante de tempo de integração do limitador em segundos

S : variável da transformada de Laplace

O resumo geral da proposta de ajuste dos dispositivos ligados à proteção de sobretensão e à proteção de Volts-Hertz compõe a Tabela 1.

Tabela 1 - Seletividade entre dispositivos de proteção.

Dispositivo	Ajustes Originais	Ajustes Propostos
Limitador de V/Hz		
Canal V/Hz (<i>pick-up/drop-out</i>)	1,10 pu/pu - 1,10 pu/pu	1,07 pu/pu - 1,07 pu/pu
Canal V/V (<i>pick-up/drop-out</i>)	1,10 pu/pu - 1,10 pu/pu	1,10 pu/pu - 1,10 pu/pu
RELÉ DE V/HZ		
Canal V/Hz (<i>pick-up/drop-out</i>)	1,10 pu/pu - 1,04 pu/pu	1,12 pu/pu - 1,08 pu/pu
Ação de TRIP (†)	temporização de 15 s	temporização de 20 s
RELÉ DE SOBRETENSÃO		
<i>Pick-up</i>	1,08 pu	1,12 pu
Temporização	3 s	3 s

(†) quando houver tal dispositivo de proteção

VI. DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se identificados os principais dispositivos pertencentes aos grupos de proteção de sobretensão e de proteção de Volts-Hertz.

Na proteção de Volts-Hertz encontram-se diferenciados o próprio relé de Volts-Hertz e o limitador de Volts-Hertz. Para cada um dos dispositivos presentes foram indicados os valores de *pick-up* e de *drop-out*. Não foi indicado o valor de *drop-out* da proteção de sobretensão visto não ter significado para o presente estudo enquanto que canais opcionais foram sinalizados com o símbolo *dagger* (†).

Através de breve pesquisa entre diferentes usuários cujos sistemas são dotados de dispositivos do tipo limitador de Volts-Hertz, por falta de uma definição mais concreta, observam-se os mais variados procedimentos.

Há casos em que o limitador ou outro dispositivo semelhante opera apenas em regime de máquina na condição excitada em vazio enquanto em outros o dispositivo simplesmente encontra-se desativado.

A questão suscitada neste trabalho é a seletividade não só da proteção de Volts-Hertz como também da proteção de sobretensão.

Considerando-se apenas o sistema de controle automático, a ação do limitador de Volts-Hertz apresentado mostrou que o comportamento operativo não era o mesmo para diferentes valores da relação tensão/frequência o que acaba sendo um complicador tornando-se uma restrição. Como os piores comportamentos sempre apareceram na região de subfrequência, e esta região é a que mais tem sido verificada nas grandes ocorrências de origem sistêmica, a sugestão de manter o limitador em ação apenas na condição máquina em vazio acaba sendo interessante, porém não resolve a questão. O relé de Volts-Hertz se mostrou mais apropriado sendo que propostas de torná-lo mais rápido acabariam trazendo outros problemas como aqueles discutidos anteriormente. Uma proposta mais forte seria a manutenção do relé de Volts-Hertz com a desativação do limitador de Volts-Hertz.

A questão de se admitir limites para a operação da máquina na condição de subfrequência deverá levar também em conta a questão do limite mecânico operativo que estabelece o funcionamento adequado do conjunto mancal de escora em máquinas de grande porte (máquinas de eixo vertical no caso). É sabido que os mancais de escora de máquinas de grande porte têm seu desempenho reduzido quando estas operam na região de subfrequência (abaixo de 58 Hz em média).

Outro comentário tem a ver com os valores adotados para as temporizações ajustadas nos três dispositivos de proteção.

A temporização de 3s da proteção de sobretensão foi sugerida pelo projetista e provavelmente leva em conta a taxa de resposta do regulador de tensão que neste intervalo consegue estabilizar o sinal da tensão terminal quando de uma variação brusca. Acima deste intervalo entende-se que houve falha da regulação automática.

A temporização adotada para a ação de integração do limitador de Volts-Hertz foi definida a partir do limite exigido pela seletividade e pelo comportamento da forma de onda da tensão terminal quando da ação do limitador. Optou-se por um ajuste que não impusesse oscilações ao sinal da tensão terminal.

A temporização adotada para a ação de TRIP do relé de Volts-Hertz tomou como base um valor imediatamente superior àquele que representa o período entre o instante em que o relé opera e o instante em que o relé desopera, valor obtido a partir de vários ensaios de bancada e que se encontra em torno de 18,5 s para o relé de Emborcação.

VII. CONCLUSÕES

Após todas as análises realizadas dentro do escopo do trabalho, concluiu-se que há necessidade de considerar a questão da seletividade no caso particular quando as proteções de sobretensão e de sobrefluxo (Volts-Hertz) estiverem envolvidas.

O problema do sobremento na atuação entre dispositivos de limitação utilizados em sistemas de excitação é fato muito discutido atualmente e o presente trabalho mostra este problema no caso da limitação Volts-Hertz empregada em grandes máquinas síncronas.

A ação do relé de Volts-Hertz, ou qualquer outro dispositivo que pela relação de Volts-Hertz venha a atuar no valor de referência do regulador de tensão, permite que a proteção seja acionada sem introduzir oscilações indesejáveis na tensão terminal.

Oscilações indesejáveis na tensão terminal podem aparecer quando se utilizar o limitador de Volts-Hertz atuando diretamente no controle de ângulo de disparo de tiristores, p.ex. Neste caso, quanto maior for a taxa de integração ou de rampa de ação do dispositivo limitador (quanto mais rápida sua ação) mais fortes serão as oscilações na tensão terminal.

Deve-se aqui talvez optar por um desses dispositivos em detrimento do outro.

A proteção de sobretensão deverá ser ajustada, sempre, levando-se em conta não somente a questão seletividade, mas também aqueles limites impostos pelo projeto específico da máquina.

Como existe uma questão técnica, deverão ser realizados ensaios de campo em dispositivos de proteção Volts-Hertz de modo a se certificar da linearidade e da invariância da operação dos mesmos visto que o comportamento poderá mudar para diferentes valores de tensão terminal e de frequência ainda que a relação de Volts-Hertz seja a mesma.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. H. M. Valgas, L. R. Gomes, P. M. P. Paiva, R. J. G. C. Silva, "Experience on Modeling, Simulation and Validation of Control Systems of Hydroelectric Plants", **IEEE INDUSCON** 1992.
2. Westinghouse Electric Corporation - Relay Instrument Division, "**Applied Protective Relaying**", Coral Springs, Florida, USA, 1982.
3. Steam Station Protection Working Group, "Minimum Recommended Protection, Interlocking and Control for Fossil Fuel Unit-Connected Steam Station", **IEEE Trans. Power Apparatus** - vol PAS 92 pp 374-380 JAN/FEB 1973.
4. AIEE Committee Report, "Relay Protection of A-C Generators", **AIEE Trans.** Part I, vol 70, pp 275-281, 1951.
5. T. S. Madhava Rao, "**Power Systems Protection - Static Relays**", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, India, 1982.

IX. COPYRIGHT

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

MODELAGEM DE UMA VIGA FLEXÍVEL E SUA VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL

SILVA, ANTÔNIO CARLOS DE ASSIS; GONÇALVES, JOÃO BOSCO; SOARES;
ÁLVARO MANUEL DE SOUZA.
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ – UNITAU
carlos.assis@ymail.com

Resumo - Este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo dinâmico para uma viga flexível e correspondente validação experimental. O modelo da viga flexível foi obtido pelo formalismo de Lagrange e a discretização foi realizada por elementos a parâmetros concentrados. Foi utilizado ensaio não destrutivo para determinar os três primeiros modos de vibração natural da viga como a sua densidade de massa específica como seu módulo de Young.

Palavras-Chave: Elementos Concentrados. Formalismo de Lagrange. Strain Gages. Discretização por Elementos a Parâmetro Concentrado.

I. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais utiliza-se para o estudo de Vibrações mecânicas os ensaios mecânicos (destrutivos ou não destrutivos), modelos matemáticos ou mesmo os dois quando da validação do modelo proposto. Nos ensaios mecânicos são empregados Corpos de Provas que são mais conhecidos como C.D.P., onde são aplicados tensões de tração, compressão, cisalhamento, dobramento, flexão, embutimento, torção, dureza, fluência, fadiga e impacto. Nestes ensaios são determinados, por exemplo, o módulo de Young, coeficiente de Poisson, módulo de cisalhamento e outros característicos do material ou C.D.P.. Um modelo matemático é uma interpretação simplificada de um acontecimento ou uma parte de um sistema a ser detalhado ou estudado, assim apresentando apenas uma visão ou cenário de um fragmento do todo.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo desenvolver a modelagem e a validação experimental de uma viga com engastamento de um lado e livre do outro. O modelo foi obtido pelo formalismo de Lagrange e a discretização por elementos a parâmetros concentrados.

No ensaio experimental, montou-se uma bancada onde uma viga foi engastada em um *shaker* (ASSIS, 2012) e este foi excitado por um ruído branco, na outra extremidade da viga foi afixado um acelerômetro capacitivo que forneceu dados para o *Software Labview®* da *National Instruments*. Após a aquisição de dados, calculou-se a FFT (*Fast Fourier Transform*) do sinal obtido

pelo acelerômetro para definição dos modos de frequências naturais da viga que foram comparados como os modos de frequências naturais do modelo matemático.

Para que o modelo matemático fosse mais próximo como ensaio experimental (com erro $\leq 1\%$), realizou-se um ensaio não destrutivo para determinação do módulo de Young em um C.D.P. com a utilização de acelerômetros (*strain gages*).

1.2 Revisão Bibliográfica

Para efeito de pesquisa que tratam o estudo acadêmico sobre modelagem de sistemas flexíveis discretizado por elementos a parâmetros concentrados, seguem resumos de trabalhos que nortearam o desenvolvimento desta dissertação.

GERVINI (2003) estudou a trajetória e as não linearidades de um robô com um elo flexível, cuja maior dificuldade reside nas severas não linearidades nos atuadores robóticos e em suas próprias estruturas flexíveis. Suas contribuições foram: na aplicação do formalismo de modelagem; na proposta de um algoritmo para a obtenção do modelo não linear para n articulações fictícias; no projeto de um controle neural com características de estabilidade. Concluiu que o controlador baseado em redes neurais artificiais foi eficiente em reduzir o erro de rastreamento e atenuar as vibrações do sistema principalmente quando o sistema possui não linearidades não modeladas.

PEREIRA (1999) estudou diversas técnicas de modelagem dinâmica para uma estrutura flexível no campo da robótica analisando sob a ótica da influência da dinâmica de um atuador sobre a dinâmica estrutural. Definiu que o método do formalismo discreto mostrou-se bem representativa. Caso se deseje um bom desempenho do modelo em n modos de vibração, faz-se necessário $n+1$ modos na dinâmica (no mínimo). Concluiu que o método do formalismo discreto possui grande vantagem com relação aos demais métodos, vantagem esta relativa a encontrar modelos dinâmicos para estruturas com vários elos flexíveis, modelos cinemáticos diretos e inversos.

MACHADO *et al* (2008) propõe um estudo sobre a modelagem e o controle ativo de um manipulador como um elo flexível, assim como sua validação com resultados

experimentais, tendo como objetivo apresentar uma descrição dos modelos do atuador do tipo *harmonic-drive* e da estrutura flexível. Evidenciou o problema do controle de vibrações de um manipulador flexível utilizando-se um atuador do tipo *harmonic-drive*, foi feita a proposição de um procedimento sistemático para a obtenção matemática para a estrutura flexível, obtido quando se considera um número finito de modos de vibrações de fácil implementação.

II. MODELAGEM DA VIGA FLEXÍVEL

O objetivo deste estudo é para definir os três primeiros modos de vibração natural de uma viga flexível; para isto utilizou-se uma técnica de modelagem da estrutura flexível denominada “formalismo discreto” (MACHADO *et al*, 2002), que consiste na utilização de articulações fictícias (a. f.) e elementos de massa concentradas para representar os graus de liberdade de interesse. Para se obter uma boa precisão dos n modos de vibração natural de uma viga flexível são necessários $(n+1)$ articulações fictícias (PEREIRA, 1999). Neste trabalho requer que a mesma seja representada por 4 articulações fictícias, gerando cinco partições na viga, conforme ilustrada na Figura 2.1 e discretização da viga particionada é ilustrada nas Figuras 2.2.

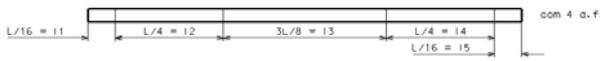


Figure 2.1 - Divisão de uma viga flexível

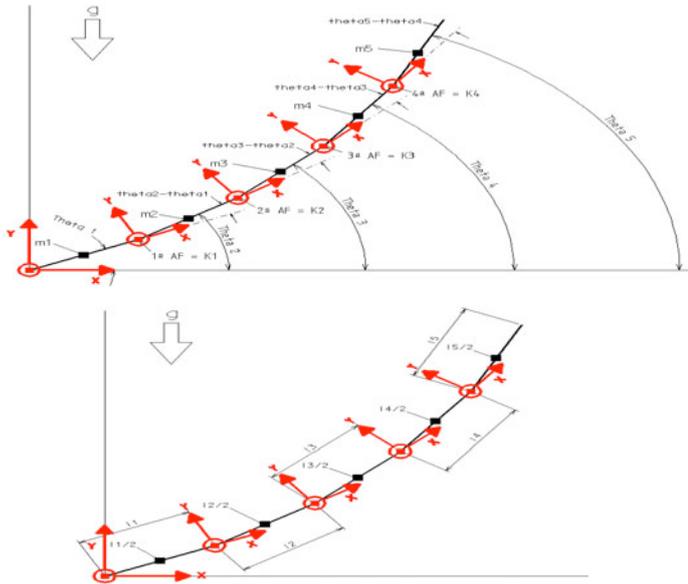


Figure 2.2 – Discretização de uma viga flexível por elementos a parâmetros concentrados

2.1 Modelagem

Utilizou-se o método de Lagrange para a modelagem dinâmica do sistema proposto na Figura 2.2.

A energia cinética, potencial e dissipada do sistema é descrita pela Eq. (2.1), (2.2) e (2.3) respectivamente:

$$T = \frac{1}{8} m_1 l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{8} m_2 l_2^2 \dot{\theta}_2^2 + \frac{1}{8} m_3 l_3^2 \dot{\theta}_3^2 + \frac{1}{8} m_4 l_4^2 \dot{\theta}_4^2 + \frac{1}{8} m_5 l_5^2 \dot{\theta}_5^2 \quad (2.1)$$

$$T = \frac{1}{8} m_1 l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{8} m_2 l_2^2 \dot{\theta}_2^2 + \frac{1}{8} m_3 l_3^2 \dot{\theta}_3^2 + \frac{1}{8} m_4 l_4^2 \dot{\theta}_4^2 + \frac{1}{8} m_5 l_5^2 \dot{\theta}_5^2 \quad (2.2)$$

$$T = \frac{1}{8} m_1 l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{8} m_2 l_2^2 \dot{\theta}_2^2 + \frac{1}{8} m_3 l_3^2 \dot{\theta}_3^2 + \frac{1}{8} m_4 l_4^2 \dot{\theta}_4^2 + \frac{1}{8} m_5 l_5^2 \dot{\theta}_5^2 \quad (2.3)$$

Onde m_i são as massas dos elementos concentrados; K_i são as constantes de elástica dos elementos concentrados; b_i são os amortecimentos naturais dos elementos concentrados; l_i são os comprimentos dos elementos concentrados; g é a força gravitacional; θ_i são os deslocamentos angulares e $\dot{\theta}_i$ são as velocidades angulares.

O Lagrangeano é descrito pela diferença entre a energia cinética e a energia potencial de um sistema, ou seja, pela diferença da Eqs (2.1) e (2.2) e as equações de movimento são obtidas, para cada grau de liberdade utilizando-se a Eq.(2.5).

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_i} - \frac{\partial L}{\partial \theta_i} + \frac{\partial R}{\partial \dot{\theta}_i} = F_i \quad (2.5)$$

E assim é feito para os cinco graus de liberdade respectivamente, conforme as Eqs (2.6), (2.7), (2.8), (2.9) e (2.10):

$$T_1 = \frac{1}{4} m_1 l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + K_1 l_1^2 \theta_1 + \frac{1}{2} m_1 g l_1 \cos(\theta_1) - K_2 l_2^2 (\theta_2 - \theta_1) - \frac{1}{2} m_2 g l_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) + b_1 l_1^2 \dot{\theta}_1 - b_2 l_2^2 (\dot{\theta}_2 - \dot{\theta}_1) \quad (2.6)$$

$$T_2 = \frac{1}{4} m_2 l_2^2 \dot{\theta}_2^2 + K_2 l_2^2 (\theta_2 - \theta_1) + \frac{1}{2} m_2 g l_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) - K_3 l_3^2 (\theta_3 - \theta_2) - \frac{1}{2} m_3 g l_3 \cos(\theta_2 - \theta_3) + b_2 l_2^2 (\dot{\theta}_2 - \dot{\theta}_1) - b_3 l_3^2 (\dot{\theta}_3 - \dot{\theta}_2) \quad (2.7)$$

$$T_3 = \frac{1}{4} m_3 l_3^2 \dot{\theta}_3^2 + K_3 l_3^2 (\theta_3 - \theta_2) + \frac{1}{2} m_3 g l_3 \cos(\theta_2 - \theta_3) - K_4 l_4^2 (\theta_4 - \theta_3) - \frac{1}{2} m_4 g l_4 \cos(\theta_3 - \theta_4) + b_3 l_3^2 (\dot{\theta}_3 - \dot{\theta}_2) - b_4 l_4^2 (\dot{\theta}_4 - \dot{\theta}_3) \quad (2.8)$$

$$T_4 = \frac{1}{4} m_4 l_4^2 \ddot{\theta}_4 + K_4 l_4^2 (\theta_4 - \theta_3) \quad (2.9)$$

$$+ \frac{1}{2} m_4 g l_4 \cos(\theta_3 - \theta_4) - \frac{1}{2} m_5 g l_5 \cos(\theta_4 - \theta_5) + b_4 l_4^2 (\dot{\theta}_4 - \dot{\theta}_3) - b_5 l_5^2 (\dot{\theta}_5 - \dot{\theta}_4)$$

$$T_5 = \frac{1}{4} m_5 l_5^2 \ddot{\theta}_5 + \frac{1}{2} m_5 g l_5 \cos(\theta_4 - \theta_5) + b_5 l_5^2 (\dot{\theta}_5 - \dot{\theta}_4) \quad (2.10)$$

Onde $\ddot{\theta}_i$ são as acelerações angulares e T_i são os torques aplicados nas articulações fictícias. As Eqs (2.6), (2.7), (2.8), (2.9) e (2.10) serão reescritas para isolar a derivada de maior ordem de θ_i quando da utilização de um *software* na simulação do modelo analítico.

III. DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DOS MODOS DE VIBRAÇÃO NATURAL DE UMA VIGA FLEXÍVEL

Para validação do modelo analítico, foi montada uma bancada de teste no laboratório de vibração mecânica da UNITAU, conforme esquema ilustrativo descrito na Figura 3.1.

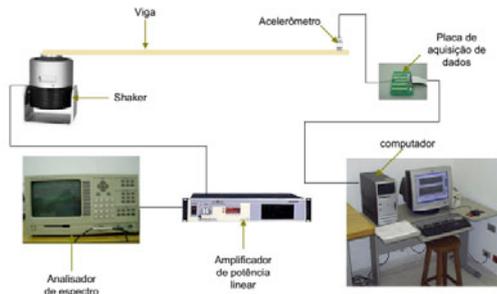


Figure 3.1 – Esquema de montagem com acelerômetro

A viga flexível é engastada em uma extremidade ao shaker que por sua vez é excitada por um ruído branco amplificado que é gerado pelo analisador de espectro. Na outra extremidade da viga é fixo um acelerômetro capacitivo ao vai transformar a aceleração angular em impulsos elétricos e estes dados são adquiridos pelo *Software Labview®* da *National Instruments*, conforme e seguida estes são tratados pelo *Software Matlab®* da *MathWorks* para obtenção do FFT, conforme Figura 3.2.

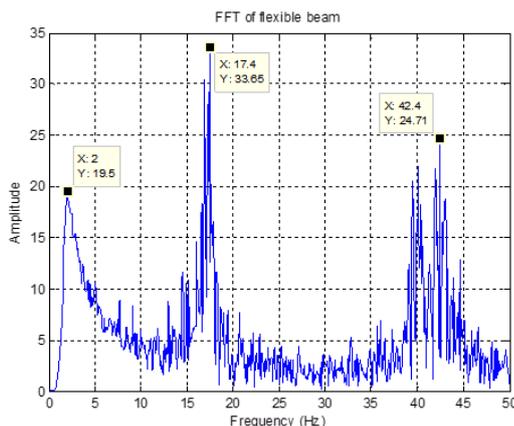


Figure 3.2 - FFT dos dados

IV. DETERMINAÇÃO DOS VALORES DOS ELEMENTOS CONCENTRADOS.

Determinou-se o peso específico do C.D.P., como as massas dos *links* fictícios, as constantes de elasticidade, o módulo de Young e as constantes de amortecimento. Assim segue:

a) Massa concentrada é definida como a massa concentrada contida na a i-ésima a.f. Para determinar a massa dos elos fictícios, deve-se antes determinar a massa específica (ϵ) do alumínio. Para este estudo, foi utilizado um C.D.P. para este fim e utilizou-se uma balança digital de precisão para pesar a massa do C.D.P., em seguida, dividiu-se o valor obtido seu volume e determinando se massas dos *links* fictícios (m_i) pela Eq (4.1).

$$m_i = \epsilon b h l_i \quad (4.1)$$

Onde ϵ é massa específica do C.D.P., b é a base ou a largura do C.D.P., h é a altura ou a espessura do C.D.P. e l_i é a comprimento do link fictício. O dimensionamento é feita na viga flexível, conforme ilustrada na figura 2.1;

b) Constante de Elasticidade de elasticidades da viga flexível, de acordo como GERVINI (2003), existe uma constante de elasticidade para cada articulação flexível respectiva que é dada por:

$$K_i = \frac{nEI}{l} \alpha_i$$

Onde n é o numero de articulações fictícias, E é o módulo de Young do alumínio, I é o momento de inércia da seção da viga, l é o comprimento da viga em análise e α_i é o ajuste para aproximar o resultado da modelagem com o resultado obtido experimentalmente. Determinou-se o módulo de Young (E) de maneira experimental, conforme Figura 4.1.

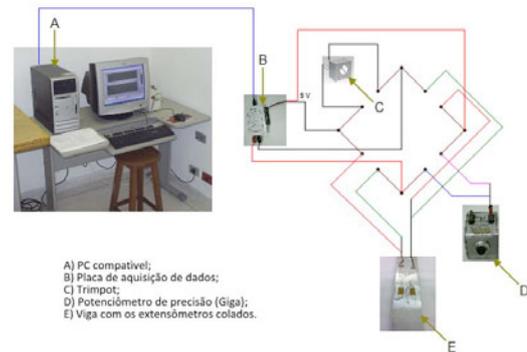


Figure 4.1 - Esquema de montagem com extensômetros

Utilizou-se a técnica da ponte de *Wheatstone*, onde um trimpot está em paralelo com uma potenciômetro de precisão (C e D) e no outra lado paralelo da ponte está os extensômetros. É utilizando uma placa de aquisição da *National Instruments (NI myDAQ)*, onde fornece tensão para a ponte de *Wheatstone* como também é medida a tensão de saída da ponte.

Para isto foi utilizado a eq (4.2) que permite estimar o valor do módulo de Young:

$$E = 3 \frac{VFPd}{\Delta V_0 b h^2} \quad (4.2)$$

Onde V é a tensão de alimentação a ponte de *Wheatstone*, F é o fator de *Gauge* fornecido pelo fabricante do extensômetro, ΔV_0 é a tensão de saída à ponte de *Wheatstone*, P é a carga ou peso utilizado no experimento, d é a distância do ponto de aplicação da carga ou peso aos extensômetros, b é a largura do C.D.P. e h é a espessura do C.D.P..

Ao colocar um peso na extremidade da viga, esta vai flexionar e em consequência os extensômetros vão sofrer uma deformação que altera a sua resistência ôhmica e em função desta modificação há um desequilíbrio na ponte de *Wheatstone* (ΔV_0). Alterando-se os pesos na extremidade da viga foi possível obter os valores para $E = 5,85 \pm 0,62 \times 10^{10} \frac{N}{m^2}$

c) Constante de amortecimento: compreende as constantes de amortecimento natural da viga flexível (b_1), neste estudo é considerado como zero (0), pois são necessários dados experimentais específicos que não serão realizados. A falta desse valor não afeta este estudo.

4.1 Simulação

Utilizou-se o software o *Matlab*® e o *Simulink*® para simulação e análise do modelo analítico. No *Simulink*® foi descrito o modelo dinâmico da viga flexível, onde na programação principal as equações de $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ e θ_5 são tratadas como subsistema respectivamente e destas são feitas a primeira integral para a obtenção das velocidades angulares e destas são feita outra integral para obter o deslocamento angular de seu respectivo subsistema. As velocidades angulares, os deslocamentos angulares e operações matemática entre os deslocamentos angulares são dados utilizados nos subsistemas. Gerou-se um gráfico de *Bode* onde se destaca os quatro primeiros módulos de vibração da viga respectivamente (1,98Hz; 17,3Hz; 42,3Hz e 132Hz), ilustrada na Figura 4.2.

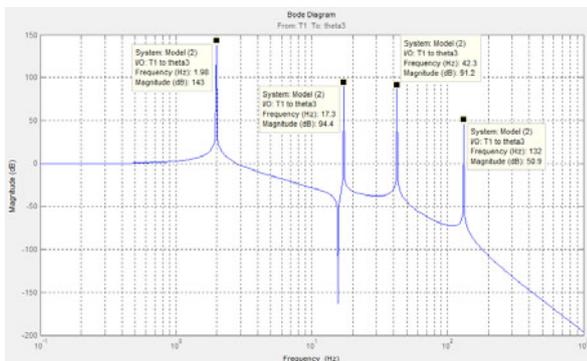


Figure 4.2 - Gráfico de Bode

V. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Após a realização dos procedimentos experimentais e o modelo analítico apresentado, torna-se necessário uma comparação entre os resultados obtidos, apresentados as Tabela 5.1 e Tabela 5.2.

Tabela 5.1 – Resultados dos ensaios experimentais versus referências.

	Densidade Específica [Kg/m ³]	Módulo de Young [N/m ²]
Alumínio (*)	2700	7,00E+10
Alumínio (C.D.P.)	2617,77	5,85E+10

(*) Fonte: "Dimensionamento de Elementos de Estruturais em Alumínio" de DIDIANE, V. B. e MAXIMILIANO, M..

Tabela 5.2 - Modelo versus Experimental

Modo	Modelo [Hz]	Experimental [Hz]	Erro do Modelo [%]
1°	1,98	2	1
2°	17,3	17,4	0,57
3°	42,3	42,4	0,24
4°	132	Não determinado	-

5.1 Conclusão

Nota-se pela Tabela 5.1 que os valores clássicos adotados comumente nos cursos técnicos, de graduação e também empregados em projetos no que diz respeito às propriedades mecânicas do alumínio como a densidade de massa e o módulo de Young, não puderam ser utilizados nesta dissertação, pois os valores obtidos nos ensaios experimentais são menores, 3% menor para densidade específica e 16% menor para o módulo de Young.

A utilização de um ensaio não destrutivo neste trabalho, além de determinar o módulo de Young e a massa específica da viga flexível, possibilita a reutilização do mesmo item para futuros estudos uma vez que em um ensaio destrutivo a reutilização não é possível. Nota-se pela Tabela 5.2 que a diferença entre os resultados obtidos pelo modelo proposto e os resultados obtidos experimentalmente ficarão inferiores a 1%.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASSIS, M. R., *Modelagem e Validação de Uma Estrutura Flexível*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Taubaté, Dezembro de 2012.
- DIDIANE, V. B.; MAXIMILIANO, M.; *Dimensionamento de Elementos de Estruturais em Alumínio*, Cadernos de Eng. de Estrut., USP, Disponível em: http://www.set.uesc.usp.br/cadernos/nova_versao/pdf/cee46.pdf Acesso em: 28 de Janeiro de 2014.
- GERVINI, I. V., *Controle Adaptativo de Estruturas Flexíveis*, Dissertação de Mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2003.
- MACHADO, C. C.; GOMES, S.C.P.; GUIMARAES JR, D. S.; GERVINI, V. I.; BORTOLI, A. L., *Controle H_∞ de Um Manipulador Flexível com Compensação de Atrito*. In: Congresso Brasileiro de Automática, 2008, Juiz de Fora. Congresso Brasileiro de Automática, 2008.
- PEREIRA, A. E. L., *Um Estudo Sobre Modelagem Matemática de Estruturas Flexíveis*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dezembro de 1999.

VII. COPYRIGHT

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

IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA PREVENÇÃO À POLUIÇÃO E MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

MAIKON APARECIDO SCHULZ DOS SANTOS¹; DEVANIR ANDRÉ FAPPI¹;
KARINA HEBERLE¹; JULIANA BORTOLI RODRIGUES MEES¹

1 – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR – CÂMPUS MEDIANEIRA
maikondosantos@hotmail.com

Resumo - A minimização de resíduos é uma hierarquia baseada em uma sistemática de medidas que visam reduzir ao máximo possível a quantidade de resíduos a ser tratada ou disposta. Este estudo de caso foi desenvolvido com base na metodologia de minimização de resíduos proposta pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988), dividido em quatro etapas: descrição da unidade industrial, por meio de entrevista com os responsáveis por cada setor, levantamento e caracterização dos resíduos gerados pelo processo produtivo, pela verificação visual, amostragem e balanço de massa, priorização dos resíduos, sendo os resíduos de madeira considerados prioritários e a última etapa foi a proposição de medidas de minimização. Dessa forma, este trabalho apresenta a aplicação prática desta metodologia em uma indústria moveleira localizada no Município de Medianeira, Oeste do Estado do Paraná. A partir dos resultados obtidos, comprova-se que a prevenção a poluição e a minimização de resíduos é uma opção a ser seguida para o gerenciamento ambiental da indústria moveleira, pois, além de reduzir gastos com disposição e tratamento, ainda aumenta a eficiência dos processos produtivos gerando maior retorno econômico. As alternativas de melhoria propostas envolvem a utilização de boas práticas operacionais, alterações do processo e mudanças tecnológicas.

Palavras-chave: Priorização. Controle na Fonte. Metodologia.

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades industriais origina, sem dúvida, benefícios econômicos. Não obstante, estas atividades produzem resíduos que precisam ser gerenciados adequadamente, objetivando garantir a preservação do meio ambiente e da saúde pública. O crescimento desse setor e, conseqüentemente, da quantidade e diversidade de resíduos gerados, determina um caminho a ser enfrentado pelas indústrias, já que este gerenciamento é de responsabilidade das mesmas.

Para Faccini *et al* (2012), resíduos industriais são um desafio no que diz respeito à minimização de impactos ambientais acarretados pela sua disposição no meio ambiente.

Segundo Lima (2005), a indústria moveleira tem como matéria-prima basilar a madeira e seus derivados, por isso torna-se indispensável que o processamento deste material seja feito de maneira correta e racional. No processo de

fabricação de móveis, invariavelmente surgirá uma determinada quantidade de resíduos, que pode vir a se tornar um problema ambiental.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Móveis – ABIMÓVEL (2010), a indústria moveleira está entre os mais importantes segmentos da indústria de transformação no País, não só pela importância do valor da sua produção, mas também pela geração de empregos dentro da indústria nacional.

Está concentrado na região sul, os principais pólos moveleiros do Brasil, a região é líder na exportação de móveis. O estado de Santa Catarina é um dos maiores exportadores brasileiro, seguido pelo Rio Grande do Sul e Paraná (SIMOV, 2010).

O inventário de resíduos sólidos industriais do estado do Paraná referente ao período de 2004 a 2009, segundo o IAP (2013), demonstrou que a indústria de móveis é responsável pela geração de 3,96% do total de resíduos industriais no estado e também responsável pela parcela de 0,04 % do total de resíduos perigosos.

Nem sempre é possível eliminar por completo a geração de resíduos em determinado processo. Nesse sentido, a minimização torna-se a segunda melhor opção. Reduzir o montante de resíduos originados proporciona a diminuição de gastos com o tratamento e a disposição final.

A minimização de resíduos pode ser dividida em duas categorias: redução na fonte e reuso/reciclagem interno ou eterno. Dentre os principais objetivos de um programa de minimização na fonte, encontra-se a redução da quantidade de material e energia desperdiçados, a redução de resíduos na unidade produtiva e a redução do lançamento dos resíduos no meio ambiente.

De acordo com o Manual de Avaliação de Oportunidades de Minimização de Resíduos proposto pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988), o programa de minimização de resíduos deve resultar de um esforço sistematizado, compreensível e contínuo para que haja a redução da geração de poluentes no ambiente, tendo como objetivo identificar caminhos para a redução ou eliminação de poluentes industriais, porém seu conceito pode ser aplicado a qualquer processo de produção.

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo de caso foi quantificar os resíduos e emissões atmosféricas gerados

no processo produtivo de Cadeiras Tango por uma indústria moveleira e, utilizando a metodologia de priorização de resíduos proposta por Mello e Pawlowsky (2003), adaptada da Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988), identificar os resíduos ou emissões atmosféricas prioritários, para ser possível trabalhar na prevenção e minimização na fonte dos mesmos, utilizando a metodologia de minimização proposta pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

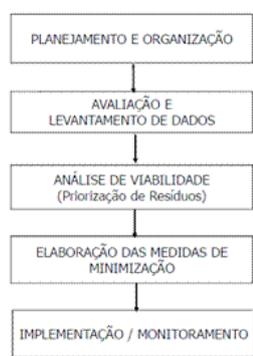
Objetivando a identificação e quantificação dos resíduos da linha de produção da Cadeira Tango, inicialmente foi realizada uma visita, com intuito de conhecer, passo a passo, as etapas de produção. Posteriormente por meio da utilização de sacos identificados, balança e os EPI's necessários, tais como luva, protetor auricular, máscara e botas os mesmos foram segregados e quantificados. Em seguida utilizando-se dos referenciais abaixo estes dados foram compilados e interpretados visando à elaboração de propostas de prevenção e minimização na fonte destes resíduos.

III. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O estudo de caso foi desenvolvido em uma indústria moveleira localizada a 25° 17' 34" S e 54° 06' 27" O, no município de Medianeira, Oeste do Estado do Paraná, que conta com um quadro de aproximadamente 70 colaboradores e possui na sua linha de produção cadeiras, racks, pufes, poltronas, mesas, bases, aparadores e buffets.

IV. MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Para minimização de resíduos a metodologia utilizada foi proposta pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988), sendo dividida em cinco etapas: planejamento e organização, avaliação e levantamento de dados, análise de viabilidade (priorização de resíduos), elaboração das medidas de minimização e propostas de implementação e/ou monitoramento, conforme Fluxograma 1.



Fluxograma 1 – Metodologia de minimização
FONTE: EPA, adaptado, 1988.

Na etapa do planejamento e organização definiram-se os objetivos para a execução do trabalho. Na avaliação e levantamento de dados salientou-se o conhecimento da unidade produtiva identificando-se as fontes geradoras de resíduos e emissões com o estudo do fluxograma do

processo e quantificação dos resíduos, nesta etapa informações de caráter técnico quanto à tecnologia, equipamentos, processamento para entendimento das condições operacionais da indústria em questão também foram adquiridas. As metodologias de inspeção foram verificação visual, por amostragem e balanço de massa. A partir das informações coletadas, foram elaboradas as estratégias de minimização na fonte.

Inicialmente foi realizado o reconhecimento da unidade industrial. Este englobou aspectos tais como localização, produção, número de funcionários, tipos de matérias-primas utilizadas e também o conhecimento da visão da empresa a respeito do meio ambiente, por meio de entrevista com os responsáveis por cada setor. A mesma foi realizada objetivando conhecer o funcionamento da planta industrial e posteriormente o início das atividades de elaboração do plano de minimização de resíduos.

Como o trabalho objetivou uma abordagem sistemática da produção de cadeiras tango, desde a preparação da madeira até a expedição, exceto o processo de pintura, foi estudada a planta baixa da mesma realizando-se uma divisão em setores, tomando-se como base para esta divisão as atividades desenvolvidas em cada setor. Desta forma, facilitou-se a caracterização dos resíduos e o andamento do trabalho.

O setor de pintura não foi enquadrado na caracterização, devido às dificuldades encontradas na quantificação dos resíduos, pelo fato da empresa estar em um processo de mudança nas atividades desenvolvidas neste setor.

V. PRIORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

A metodologia utilizada para a priorização dos resíduos foi proposta pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988) adaptada e utilizada por Mello e Pawlowsky (2003). O modelo elaborado buscou levantar informações a fim de definir uma ordem em que os resíduos deveriam ser estudados.

Os sete critérios utilizados para compor a tabela de priorização foram:

- A. Legislação;
- B. Custos para tratamento do resíduo;
- C. Riscos potenciais ao meio ambiente e a segurança;
- D. Quantidade gerada de resíduo;
- E. Classificação do resíduo;
- F. Potencial (ou facilidade de minimização); e
- G. Potencial de recuperação de subprodutos com valor agregado.

Cada critério recebeu um peso de acordo com a sua importância para a empresa e também visando à prevenção à poluição e minimização na fonte, para posteriormente fazer sua valoração.

Para a quantificação dos impactos, foram utilizados os mesmos símbolos do QFD (Quality Function Deployment). Através de técnica nominal de grupo, consenso ou votação, chega-se ao número de prioridade. Utiliza-se a série 3n:

- $3^0 = 1$: Probabilidade fraca ou inexistente;
- $3^1 = 3$: Probabilidade mediana;
- $3^2 = 9$: Alta probabilidade.

A seguir, são instituídas as faixas limites para a valoração de cada item.

A. Legislação

Este item verifica se a manipulação e a disposição do resíduo estão em conformidade com os requisitos legais.

Valoração:

- 1: Manipulação e disposição do resíduo atendem aos requisitos legais;
- 3: Manipulação e disposição atendem a legislação, porém existem possibilidades de melhoria;
- 9: Manipulação ou disposição do resíduo não atende aos requisitos legais ou o mesmo poderá gerar um passivo ambiental.

Pela relevância deste item, adotou-se peso 2 para a valoração, com intuito de priorizar os resíduos que têm sua disposição determinada pela Legislação, buscando eliminar ou minimizar os riscos relativos a multas e sanções públicas.

B. Custos para Tratamento dos Resíduos

Esta avaliação verifica os custos relacionados à geração, transporte e disposição final dos resíduos.

Valoração:

- 1: Custos menores que R\$ 25,00 ao ano;
- 3: Custos entre R\$ 25,00 e R\$ 50,00 ao ano;
- 9: Custos acima de R\$ 50,00 ao ano.

Priorizam-se neste item os resíduos que geram maiores custos à empresa.

C. Riscos potenciais ao Meio Ambiente e a Segurança

Esta avaliação é direcionada aos resíduos Classe I (perigosos) ou Classe II A (não inertes), visto que se trata de riscos à saúde e segurança dos funcionários. Para os resíduos Classe II B (inertes), a valoração definida será sempre 1 já que se trata de resíduos inertes.

Valoração:

- 1: Resíduo não entra em contato com funcionários em nenhuma etapa de sua manipulação e acondicionamento;
- 3: Possibilidade de o funcionário entrar em contato com o resíduo;
- 9: Necessidade de contato direto do funcionário com o resíduo.

Os resíduos que possam vir a causar danos à segurança e a saúde humana foram priorizados.

D. Quantidade Gerada de Resíduo

Para se fazer a valoração foram consideradas as quantidades de resíduos geradas no processo produtivo da cadeira tango, com base na produção estimada de 6000 unidades ano. Os dados utilizados para tal provêm de levantamento de campo realizado durante os meses de abril/maio de 2013.

Valoração:

- 1: Até 250 Kg/ano de resíduo;
- 3: De 250 Kg até 500 Kg/ano de resíduo;
- 9: Mais de 500 Kg/ano de resíduo.

Priorizam-se os resíduos gerados em maiores quantidades.

E. Classificação do Resíduo

De acordo com a NBR 10.004/2004 os resíduos foram analisados e classificados.

Valoração:

- 1: Resíduo Classe II B (inerte);
- 3: Resíduo Classe II A (não inerte);
- 9: Resíduo Classe I (perigoso).

Devido ao fato de a maioria dos resíduos gerados serem enquadrados na categoria de inertes ou não inertes, foi atribuído peso 1.

F. Potencial (ou Facilidade) de Minimização

Considerando que medidas de minimização que não gerem custos para a empresa são mais fáceis de serem implementadas, destacou-se este item para dar prioridade a estes resíduos.

Valoração:

- 1: Investimento para minimizar o resíduo com tempo de retorno de 1 a 2 anos;
- 3: Investimento para minimizar o resíduo com tempo de retorno menor que 1 ano;
- 9: Não há necessidade de investimentos.

Adotou-se peso 3 para este item, visto que fica intrínseco a diminuição nos custos para tratamento e disposição de resíduos, menor quantidade de matéria-prima consumida conseqüentemente menor impacto ambiental gerado.

G. Potencial de Recuperação de Sub Produtos com Valor Agregado

Neste item buscou-se avaliar os resíduos, que se estudados e trabalhados, possam oferecer retorno financeiro à empresa ou simplesmente fazer com que esta não tenha mais custos de tratamento e disposição final.

Valoração:

- 1: A minimização do resíduo fará com que a empresa elimine as despesas com o tratamento e a disposição final deste resíduo;
- 3: A minimização do resíduo fará com que a empresa consiga uma receita de até R\$ 350,00 ao ano com a comercialização do resíduo.
- 9: A minimização do resíduo fará com que a empresa tenha um retorno de mais de R\$ 350,00 ao ano com a comercialização do resíduo.

Adotou-se peso 3 para este item, visto que, o retorno financeiro da comercialização do resíduo possa ser utilizado para implantação de novos projetos de minimização. Dessa forma, buscou-se priorizar a implantação de medidas que gerem recursos financeiros para que estes possam ser direcionados para a implantação de outros projetos.

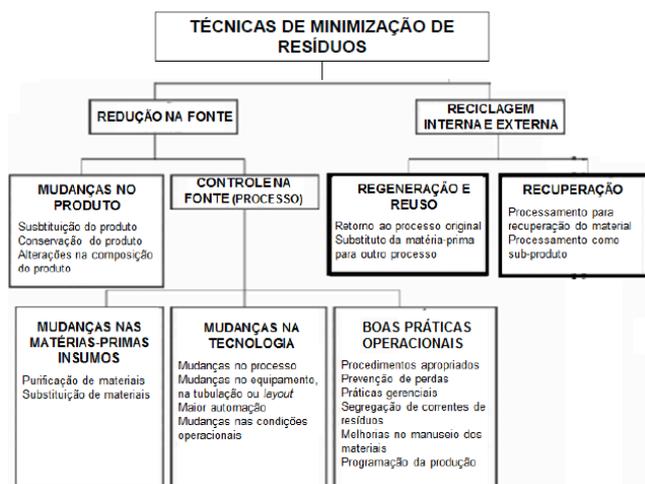
H. Número de Prioridade (N.P.)

O Número de Prioridade (N.P.) foi obtido pela somatória dos sete itens anteriores multiplicados pelos seus respectivos pesos, conforme expressão (1). Os resíduos com maior N.P. foram considerados prioritários.

$$N. P. = A \times PA + B \times PB + C \times PC + D \times PD + E \times PE + F \times PF + G \times PG \quad (1)$$

VI. OPORTUNIDADES PROPOSTAS PARA MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

A metodologia utilizada para identificação de oportunidades para minimização de resíduos foi proposta pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US EPA, 1988), onde destaca-se a redução na fonte, que engloba modificação no produto e modificação no processo (boas práticas operacionais, substituição de matérias primas e modificação tecnológica), conforme fluxograma 2.



Fluxograma 2 – Metodologia para identificação de oportunidades
Fonte: Environmental Protection Agency – EPA. Waste minimization opportunity assessment manual. Ohio: EPA, 1988. 106p.

VII. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resíduos estudados no processo produtivo da cadeira tango, os valores do custo para disposição/tratamento ou o retorno financeiro provindo da venda dos subprodutos, a geração anual estimada e a classe do resíduo seguindo a normativa NBR 10.004/2004 da ABNT.

A tabela 2 lista os resíduos segundo a ordem de priorização onde as colunas referem-se aos critérios selecionados para compor a avaliação, sendo a última coluna o número de priorização.

Tabela 1 – Resíduos estudados

Item	Resíduos	Custo (R\$)	Geração anual (Kg)	Classe
1	Refilo	- 316,95	6.339	II A
2	Serragem	- 380,34	3.803,4	II A
3	Tecido	+ 719,25	822	II B
4	Plástico	- 71,25	237,5	II B
5	Espuma	- 690,00	276	II A
6	Lata de cola	+ 8,00	11,6	I
7	Lixa	+ 37,25	54,5	II A
8	Papel	- 25,92	144	II B

A ordem de priorização sugerida pelo método atende aos objetivos principais de quantificação de resíduo gerado, potenciais de minimização e recuperação dos subprodutos.

O quesito legislação, embora não ser considerado como principal, é relevante, devido a sua obrigatoriedade ao cumprimento, entretanto o enfoque deste estudo de caso foi à prevenção à poluição (P2) e minimização na fonte.

O resíduo prioritário encontrado através da aplicação da metodologia em estudo foi a serragem, para a minimização na fonte deste resíduo recomenda-se a adoção de boas práticas operacionais, como a afiação periódica das fitas e, a substituição de algumas peças, como a aquisição de serras de menor espessura.

Olandoski (2001), em seu estudo observou que as características do equipamento como lâmina de corte de grande espessura levam a uma perda expressivamente maior de matéria prima durante a usinagem. Além disso, defeitos como dimensões das peças são provenientes da falta de manutenção (má afiação das guilhotinas, vibrações dos equipamentos, falta de paralelismo e alinhamento das chapas) ou erro do próprio operador.

Tabela 2 – Ordem de priorização estabelecida pelo método

Ordem	Resíduo	A	B	C	D	E	F	G	N.P.
1º	Serragem	6	1	3	18	3	9	27	67
2º	Refilo	2	1	3	18	3	27	9	63
3º	Espuma	2	1	9	6	3	9	27	57
4º	Tecido	6	9	9	18	1	9	3	55
5º	Plástico	2	1	9	2	1	27	9	51
5º	Lata de cola	6	1	3	2	9	27	3	51
6º	Lixa	18	3	9	2	3	9	3	47
7º	Papel	2	1	3	2	1	27	9	45

Uliana (2005) também verificou maior geração de resíduos devido a falta de manutenção periódica dos equipamentos utilizados na fabricação de moveis.

Como a geração deste resíduo é inevitável, a empresa busca alternativas de recuperação e valorização do mesmo. A venda a terceiros, principalmente cerâmicas, utilização como fonte de energia, através da queima em caldeira, são práticas já implantadas pela empresa.

Além disso, o uso desse resíduo na forma de briquetes (serragem prensada em pequenos blocos cilíndricos), como fonte de energia, pode ser considerado como uma solução para destinação adequada de resíduos de madeira, além de ser uma forma de obtenção de lucro para a indústria moveleira (MORAES *et al*, 2011).

Em segundo lugar ficou o refilo. Cabe destacar que, na empresa em questão, cerca de 80% dos refilos provenientes da fabricação de cadeiras tango são reaproveitados na forma de matéria prima para fabricação de cadeiras de modelos diferentes, através da técnica de finger joint, baseada no emprego de uma prática de emenda da madeira de topo pelo sistema vertical, formando assim peças maiores.

Para Machado (2012), as emendas de topo, do tipo finger joint, são alternativas para otimizar o aproveitamento dos descartes de componentes de pequenas dimensões, gerando subprodutos com valor agregado, utilizando racionalmente pequenos pedaços de madeira. Este tipo de conexão retorna ao processo produtivo, sendo utilizado na confecção de peças menos visíveis, ou seja, não estrutural, devido a pequenas dimensões das ranhuras e ao tipo de adesivo utilizado no processo.

Dessa forma, visando uma diminuição da geração de refilos propõem-se a alteração do processo, através de um melhor planejamento no desenho de corte, onde a espessura e o tamanho da matéria prima deverão ser levados em consideração.

Em terceiro lugar a espuma: para a redução da geração deste resíduo propõe-se melhor planejamento no corte a partir da alteração do processo, sendo que a empresa utiliza restos de espuma de maior tamanho na fabricação do assento de outras cadeiras, ao remanescente é sugerido a venda a estofarias.

As aparas de espuma inutilizáveis na linha de produção ou provindas de fontes externas a indústria de estofados, seguem ao reprocessamento para formação dos flocos de espuma, este subproduto tem sua reinserção no processo de fabricação para aplicação em almofadas de assento e encosto do sofá ou sendo utilizado tanto no acabamento das peças como para recheio em almofadas (ÁUREA *et al.*, 2012).

O tecido ficou em quarto. Com a finalidade de redução da geração deste resíduo recomenda-se uma alteração de processo, onde um melhor planejamento de corte deve ser implementado, visto que as laterais perdidas após o grampeamento e a colagem, na maioria das vezes eram consideráveis. Salienta-se que parte deste é destinada a produção de cintas de sustentação para acentos de outros produtos.

O quinto lugar foi ocupado pelo plástico, sendo este recolhido por uma empresa especializada no tratamento e disposição final de resíduos sólidos, a qual utiliza este resíduo para reciclagem, portanto, recomenda-se uma pesquisa para levantamento do valor pago por peso deste resíduo a partir de propostas de outras empresas que trabalham com a compra destes materiais. Observa-se que este resíduo não é gerado em grandes quantidades, uma vez que não entra na composição do produto em estudo, contudo a minimização na fonte por meio da aquisição de produtos com menor quantidade de embalagem é sugerido.

As latas de cola também ficaram em quinto lugar. Sugere-se uma minimização na fonte deste resíduo pela adoção de boas práticas operacionais, por meio da aquisição de latas com maior volume, haja vista que, as mesmas não geram retorno financeiro para a empresa, que paga pelo recolhimento e destinação final a uma empresa especializada no tratamento de resíduos sólidos industriais.

As lixas ocuparam o sexto lugar. Para a minimização deste resíduo gerado sugere-se a adoção de boas práticas operacionais através da capacitação periódica dos funcionários envolvidos que poderão aprimorar o desenvolvimento do seu trabalho, e conseqüentemente, com o melhor uso das lixas, terem um maior aproveitamento deste insumo, bem como a adoção de novas tecnologias, como a de recuperação e reciclagem de lixas industriais. A destinação final é feita com ônus para a empresa, sendo destinado a uma empresa especializada no ramo de tratamento e disposição final.

Stenger (2012) desenvolveu um projeto de recuperação e reciclagem de lixas industriais, este sistema que adiciona lavagem com material químico específico é capaz de recuperar as lixas industriais de poliéster reutilizáveis, desta maneira as lixas poderão ser novamente empregadas. Segundo o autor o invento garante qualidade no acabamento com a utilização das lixas restauradas, sendo mais indicadas para acabamento e não para desbaste, pelo fato desta lixa possuir grãos menores, agregando algumas vantagens, como economia com o reuso das lixas e o baixo custo de produção proporcionando um maior retorno financeiro no produto final.

Em sétimo e último lugar ficou o papel que é proveniente das caixas de grampos e sobras do processo produtivo da matéria prima chamada de cartão couro, desta forma é recomendável a aquisição de caixas de grampo com maior quantidade e a utilização de boas práticas operacionais, como um melhor planejamento no corte e treinamento dos funcionários, visando à minimização de resíduos do cartão couro.

VIII. CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo de caso que identificou as oportunidades para a prevenção a poluição e minimização de resíduos em uma indústria moveleira, pode-se concluir que:

As alternativas propostas estão relacionadas de acordo com a preferência de aplicação quanto à redução na fonte e minimização, no entanto, tais opções possuem diversos níveis de complexidade. Algumas medidas podem ser implementadas imediatamente, não gerando custos, enquanto que outras requerem o desenvolvimento de pesquisas que as tornem viáveis quanto aos aspectos técnicos, ambientais e econômicos, dependendo do tipo de opção, como é o caso da espuma e das lixas. Os tempos de implementação são variáveis e um cronograma de execução pode ser elaborado, priorizando-se as opções que podem ser efetivadas em médio e curto prazo, enquanto que as alternativas em longo prazo podem ser programadas para estudos aprofundados.

Os resíduos provenientes do processamento da madeira (serragem e refilo) foram elencados como prioritários, sobretudo, devido à quantidade gerada. Para a prevenção na fonte e minimização deste, recomendam-se boas práticas operacionais como treinamentos periódicos, além de uma afiação mais frequente nas serras e, mudanças tecnológicas como troca das serras, por outras de menor espessura.

Estudos de minimização e prevenção a poluição quando implementados em indústrias apresentam-se como uma forma efetiva de avançar a uma realidade constituída de tecnologias limpas, facilitando o caminho para o desenvolvimento sustentável.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMOVEL - Associação Brasileira da Indústria de Móveis. **Panorama do setor moveleiro no Brasil: informações gerais**. São Paulo, 2010.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10.004 – **Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ÁUREA Q. R. *et al.* **Produção mais limpa e design do ciclo de vida de móveis estofados no Estado de Alagoas**. Bahia, 2012. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/ses-soes/4B/2/Raposo_A%20-%20Presentation%20-%204B2.pdf>. Acesso em 28 jun 2013.
- EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Waste minimization opportunity assessment manual**. Cincinnati, Ohio: EPA, 1988.
- FACCINI, C. S. *et al.* **Caracterização de bio-óleo obtido de resíduo de processo kraft utilizando cromatografia gasosa monodimensional e bidimensional abrangente**

com detector de espectrometria de massas. Revista O Papel, abril de 2012.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Inventário de resíduos sólidos industriais do Estado do Paraná, período jan/2004 a mai/2009.** Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/RESIDUOS_INDUSTRIAIS_INVENTARIO_RELATORI_O_FINAL_200809.pdf. Acesso em 30 mai 2013.

LIMA, E. G. **Diagnóstico ambiental de empresas de móveis em madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas-PR.** Curitiba, 2005. Disponível em: http://www.floresta.ufpr.br/posgraduacao/defesas/pdf_ms/2005/d414_0598-M.pdf. Acesso em 25 abr 2013.

MACHADO, L. **Avaliação da qualidade e resistência à colagem de topo de pinus tropicais com união tipo finger joint.** Curitiba: UFPR, 2012. Disponível em: <http://www.siepe.ufpr.br/cd_4_siepe/adocs/livro_siepe.pdf>. Acesso em: 27 jun 2013.

MELLO, E. T; PAWLOWSKY, U. **Minimização de resíduos em uma indústria de bebidas.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. V.8, n.4, 2003.

MORAES, J. T. *et al.* **A fabricação de briquetes como alternativa para destinação adequada dos resíduos de madeira na indústria moveleira no ES.** Vitória: ES, 2011. Disponível em: <<http://sea.faesa.br/trabalhos/fabricaodebriquetescomoalternativaparadestinaçaoadequadosresiduosdemadeira-na-industria-moveleira-no-es.pdf>>. Acesso em: 26 jun 2013.

OLANDOSKI, D. P. **Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústrias de chapas compensadas.** Curitiba: UFPR, 2001. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/25215/D%20%20OLANDOSKI,%20DANIELLE%20PREVIDI.pdf?sequence=1>>. Acesso em 27 jun 2013.

SIMOV – SENAI. **Projeto de viabilidade econômica para implantação de uma central de resíduos para a indústria moveleira de Curitiba e região metropolitana.** Curitiba, 2010.

STENGER, A. **Sistema de recuperação e reciclagem das lixas industriais.** Revista Meio Ambiente Industrial: São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://rmai.com.br/v4/Read/1117/inventor-desenvolve-lixas-industriais-100-reutilizaveis.aspx>>. Acesso em: 27 jun 2013.

ULIANA, L. R. **Diagnóstico da geração de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão empresarial.** USP, 2005.

X. COPYRIGHT

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

UMA BREVE REFLEXÃO SOBRE O FUTURO DA ENERGIA

MAGALHÃES, M. P.; SILVA, C. H. F.; PORTO, M. A. D.
CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.

mariana.pmagalhaes@cemig.com.br, chomero@cemig.com.br, corelio@cemig.com.br.

Resumo - Apesar dos esforços recentes se mostrarem favoráveis ao consumo e a produção de biocombustíveis, as expectativas para os próximos anos são de que as fontes fósseis continuem correspondendo a maior parcela da matriz energética mundial. O objetivo desse estudo é visualizar o panorama mundial e brasileiro no que se diz respeito ao aproveitamento de combustíveis. No Brasil, a possibilidade concreta de exploração de petróleo na camada do pré-sal poderá proporcionar maior competitividade no mercado mundial de combustíveis e para que isso ocorra, é preciso que o Brasil planeje adequadamente seu futuro energético, possibilitando a exploração de seus recursos de forma otimizada.

Palavras-chave: Bioenergia. Biocombustíveis. Energia. Petróleo.

I. INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por energia e a necessidade de produção advinda de fontes alternativas às de origem fóssil ou hídrica de grande porte criam um impasse para os setores: elétrico, automobilístico e industrial, ao passo que é preciso atender ao consumo atual, diversificar as fontes de energia e, ao mesmo tempo, diminuir a emissão de gases de efeito estufa e poluentes.

Até o ano de 2013, mais de 80% do consumo mundial de energia primária era proveniente de combustíveis fósseis (COMISSÃO EUROPEIA, 2013), demonstrando que, apesar das tentativas de inserção de fontes alternativas na matriz energética mundial, a mesma ainda é fortemente dependente do petróleo e seus derivados.

Graças à versatilidade de aplicação dos combustíveis fósseis, esses se constituem em uma fonte indispensável de energia. Dessa forma, é preciso utilizar esse recurso de maneira otimizada, aproveitando ao máximo seus derivados, através da utilização de refinarias com elevado desempenho e buscando aplicar conceitos de conservação e eficiência energética e racionalidade ao seu uso.

Especificamente no Brasil, onde a frota rodoviária constitui-se no principal meio de transporte, o consumo de combustíveis fósseis é dominado principalmente pelo diesel. Contrapondo a esse fato, o petróleo atualmente obtido no país é pesado, produzindo pequena quantidade de diesel e, por isso, é comumente exportado. As refinarias brasileiras possuem uma baixa capacidade de refinar petróleo pesado e por isso, acabam importando petróleo para que este possa ser utilizado em território nacional.

Tornar o Brasil autossuficiente na produção de combustíveis é hoje um grande desafio para o país. Apesar de que em um passado recente tal fato tenha ocorrido, a realidade mostra que em contraponto a toda euforia por esse fato, ele não se mostrou consistente, apresentando dificuldades em se repetir e se sustentar em uma produção que acompanhe a demanda.

A partir de 2007, considerando a possibilidade real de exploração de petróleo e gás natural em acumulação na camada do pré-sal (MME, 2009), fez com que o país vislumbresse todo o potencial da exploração deste recurso de forma a tornar o Brasil mais competitivo mundialmente, conseguindo abastecer todo o consumo interno de combustíveis, com ainda capacidade de exportação de excedente.

A alternativa para suprir a demanda do Brasil por combustíveis se faz através do investimento em biocombustíveis, como por exemplo: etanol e biodiesel, que diminuiriam a dependência aos combustíveis fósseis e possibilitariam desenvolvimento do país com a geração de empregos e a diminuição dos passivos ambientais.

A questão energética trata-se de um problema bastante complexo, que necessita ser acompanhado de perto e frequentemente, de tal forma que as reflexões e informações possam se constituir em decisões de investimento e empreendimento. Essa foi a motivação para a elaboração deste trabalho.

O objetivo desse estudo é investigar o desenvolvimento do mercado de combustíveis no Brasil e no mundo, possibilitando entender o que se pode esperar para o futuro da energia. A metodologia para desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa descritiva, cujo objetivo é estabelecer a relação entre fenômenos ou variáveis, essencialmente baseada na revisão e levantamento bibliográfico. As demais seções do artigo abordam os seguintes aspectos: A seção 2 apresenta a revisão bibliográfica da cadeia do petróleo, suas reservas e o pré-sal; a seção 3 avalia a atual situação do mercado de combustíveis no Brasil e no mundo e, a última seção discute os desafios e oportunidades enfrentados pelo setor.

II. PANORAMA ENERGÉTICO

2.1 Cadeia do Petróleo

O petróleo constitui-se em uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, originados na decomposição da matéria orgânica, com o predomínio de hidrocarbonetos. Ao longo dos anos essa mistura foi submetida à elevadas temperatura e pressão, pouca oxigenação e à presença de bactérias, transformando-se em um óleo combustível. Este pode ser encontrado em rochas permeáveis, em bacias sedimentares específicas (ANNEL, 2014).

A composição do petróleo é variável conforme o local onde este é encontrado, mas que de maneira geral pode ser enquadrada na composição apresentada na Tabela 1. Na Figura 1 é possível observar as principais substâncias que o compõe. Devido à essa variação em sua composição, o petróleo é classificado conforme sua densidade, em ($^{\circ}$ API) (*American Petroleum Institute*), sendo que sua densidade é: considerada leve acima de 30° API, média entre 21 e 30° API ou pesada (abaixo de 21° API) (ANEEL, 2014).

Tabela 1- Composição do Petróleo

Elemento	Porcentagem em peso (%)
Carbono	83,90 a 86,00
Hidrogênio	11,40 a 14,00
Enxofre	0,11 a 1,70
Oxigênio	0,50
Metais (Fe, Ni, V, outros)	0,30

Fonte: NETO & GURGEL, 2008.

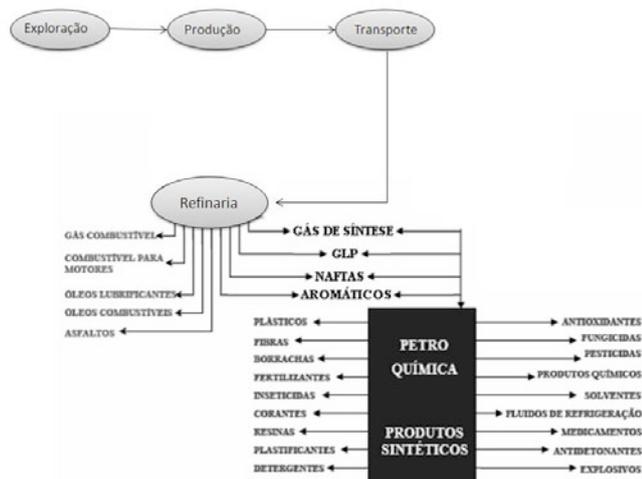


Figura 1- Cadeia do Petróleo
Fonte: UFPR, 2014 (Adaptado).

A cadeia produtiva do petróleo é extensa e complexa, tratando desde a sua exploração, produção, refino, transporte, armazenamento, até o comércio da energia propriamente dita (CNI/IBP, 2012), o que demonstra a quantidade de setores que este recurso movimenta e como a sua obtenção é importante. São milhares de empresas envolvidas em todos os processos, desde a produção ao consumo, passando pelos processos de transformação, e com significativo impacto para a economia local, regional, nacional, internacional e global.

Resumidamente, a etapa de exploração do petróleo, busca identificar e quantificar novas reservas de petróleo e gás. Esse processo se dá através da análise da geologia dos solos, identificação de potenciais reservatórios,

confirmação da existência do reservatório, acesso a reservas por meio de negociações, com entes públicos ou privados, além da análise de viabilidade econômica da produção. Já o processo de produção do petróleo consiste na extração de uma reserva com intuito de elevar ao máximo sua vida útil, através de técnicas de recuperação, mantendo níveis de produção da reserva otimizados (BNDES, 2014).

O refino de petróleo consiste em operações químicas e físicas integradas, que garantem o aproveitamento do potencial energético, separando suas frações, processando-as e transformando em produtos de grande proveito (NETO & GURGEL, 2008). Os produtos mais relevantes que são produzidos, do ponto de vista econômico, nesta fase são o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), nafta, querosene, gasolina e diesel (UFPR, 2014).

O petróleo possui versatilidade de aplicações. Por esse motivo, o aumento do preço desse insumo, afeta diretamente todo o conjunto de atividades que necessitam de seus derivados e que até o momento não possuem substituição. Além disso, alterações no preço do petróleo implicam diretamente no aumento ou não do investimento em fontes alternativas, no que se diz respeito a viabilidade econômica. Por esse fato é possível inferir que um dos entraves para o desenvolvimento de qualquer opção ou alternativa energética reside no fato da disponibilidade de petróleo, aliada ao seu preço.

A busca pelo petróleo está ligada a investimentos de elevado risco, pois mesmo que o insumo seja localizado, existem mais de 200 variações pelo mundo com diferentes qualidades que proporcionam o aproveitamento maior ou menor de seus derivados que possuem diferentes valores no mercado. Por exemplo, o petróleo leve, origina mais derivados leves, como a gasolina, e, portanto possibilita maior retorno financeiro devido ao fato dessa substância possuir maior valor no mercado. Nos últimos anos, os petróleos prospectados têm apresentado maior volume de petróleo pesado, o que tem obrigado refinarias a ampliar o rendimento de derivados leves a partir da instalação de refinarias com nova capacidade (FGV PROJETOS, 2012).

Ao se falar no histórico de preço do petróleo, este se divide em Brent e WTI. O Brent é aquele comercializado no mercado europeu, geralmente de densidade mais pesada e proveniente do Oriente Médio. Já o WTI (*West Texas Intermediate*) é comercializado na bolsa de Nova York e é proveniente do Golfo do México, normalmente este é um petróleo mais leve (TERUMI, 2011).

Em relação ao preço médio em que o petróleo vem sendo comercializado (Figura 2) nos últimos anos pode-se observar que os conflitos no Oriente Médio e a estrutura do mercado da commodity, elevaram o valor do barril de petróleo entre os anos de 2009 e 2010.

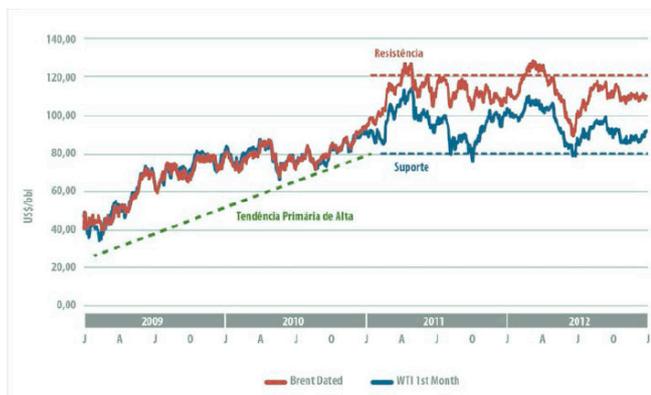


Figura 2- Evolução do preço do petróleo
 Fonte: Boletim Anual de Preços ANP, 2013.

Já entre o período compreendido entre 2011 e 2012 o preço ficou entre US\$ 80,00/bbl e US\$ 120/bbl. De maneira geral o valor do petróleo leve é mais elevado do que o petróleo pesado, comumente encontrado no Oriente Médio. Observa-se que durante o período compreendido entre 2011 e 2012 o Petróleo Brent (mais pesado) teve o seu valor elevado. Este fato deve-se a questões políticas e conflitos ocorrentes em seu local de exploração, Oriente Médio (ANP, 2013).

2.2 Reservas de Petróleo

Segundo Munch (2007), as reservas de petróleo dividem-se em: provadas, não provadas. Sendo que as reservas provadas são classificadas em desenvolvidas ou não desenvolvidas e as reservas não provadas podem ser classificadas em prováveis ou possíveis. Essa classificação se dá conforme análise e estudos que dizem respeito a certeza ou não da existência de uma reserva que pode ser recuperada com base em dados econômicos, métodos operacionais e regulamentações governamentais.

Para avaliação da oferta de petróleo é fundamental a análise do volume de recursos disponíveis. Segundo a FGV (2012) até o ano de 2011, no mundo, as reservas totais estariam estimadas entre 7 e 8 trilhões de barris, enquanto as reservas recuperáveis totalizariam 2,4 trilhões de barris e as reservas provadas seriam de 1,4 trilhões de barris. Entre o ano de 2011 e 2012 houve um acréscimo de 19% das reservas provadas, totalizando em 2012 1,67 trilhões de barris (ANP, 2013). A Figura 3 indica a porcentagem das reservas provadas no mundo até o ano de 2012, por região geográfica. Observa-se que aproximadamente 50% das reservas provadas até 2012 estavam localizadas no Oriente Médio.

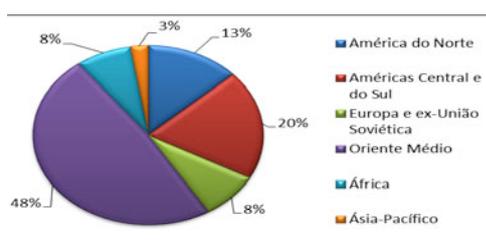


Figura 3- Reservas provadas de Petróleo até 2012
 Fonte: ANP, 2013 (adaptado).

2.3 Combustíveis Fósseis no Mundo

De acordo com o Anuário Estatístico da ANP (2013) a produção de petróleo no mundo acresceu cerca de 11% entre os anos de 2003 e 2012. Enquanto em 2003 a produção era de 77.568.000 barris/dia, no ano de 2012 a produção migrou para 86.152.000 barris/dia. Da produção em 2012, o Oriente Médio foi responsável por 32 % do total, seguido da Europa e ex-União Soviética que foram responsáveis por 19% e a América do Norte, responsável por 18% da produção. A Figura 4 apresenta a evolução da produção de petróleo entre 2003 e 2012.

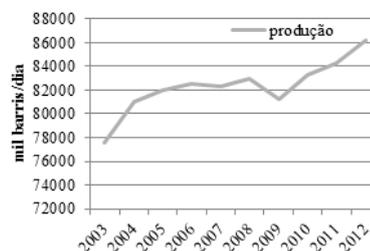


Figura 4 - Evolução da Produção de Petróleo
 Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANP, 2013.

No Brasil, a produção de petróleo cresceu cerca de 38% entre os anos de 2003 e 2012, produzindo respectivamente 1.548.000 barris/dia e 2.149.000 barris/dia, representando apenas 2% do total mundial produzido no ano de 2012.

Reis (2013), afirmou que, apesar do Oriente Médio e a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) estarem tradicionalmente ligados à produção e exportação de petróleo, o que se espera para o futuro é que esse panorama vá se modificando gradativamente. Através das recentes pesquisas e da expectativa de produção de petróleo nas camadas do pré-sal no Brasil, óleo e gás de folhelho (xisto) na América do Norte e areias betuminosas do Canadá, o centro de produção do petróleo migraria do oriente para as Américas.

Desde a descoberta das reservas de gás de folhelho (*shale gas*) na América do Norte, aproximadamente no ano 2000, vislumbrou-se a possibilidade de incremento na produção, permitindo diminuição nas importações. A produção de gases não convencionais, maneira como é chamado o gás de folhelho, só foi possível devido a necessidade de garantir a segurança energética, diminuir importações e avanços na tecnologia de extração, que permitiram que o governo norte-americano tomasse a decisão de investir nessa alternativa (BNDES, 2014). A expectativa é de que a produção cresça nos próximos anos e que até o ano de 2035 a América do Norte passe a exportar produtos petrolíferos, invertendo o tradicional papel de maior importador de petróleo dos últimos anos (IEA, 2013). Tal fato certamente acarretará em uma modificação significativa no panorama geopolítico global.

Do total de petróleo consumido em 2012, os Estados Unidos foram responsáveis pelo consumo de 20%, seguido da China que consumiu 11% e Japão 5%. Já o Brasil foi responsável pelo consumo de 3% do total produzido.

2.4 Combustíveis Fósseis no Brasil

De acordo com a ANP (2013), a produção de petróleo em dezembro de 2013 foi de 2.109.000 barris/dia, com crescimento de 0,2% em relação à produção no mesmo mês do ano anterior. O estado do Rio de Janeiro foi responsável

por 74,2% da produção nacional de petróleo e óleo de xisto (BEN, 2013). Apenas 2,9% dos combustíveis consumidos para geração de energia elétrica foram provenientes de fontes derivadas do petróleo (EPE, 2013).

O Brasil é um país exportador e importador de petróleo. Esse fato deve-se às características do petróleo que é encontrado no país, em geral pesado, produzindo diesel em menor quantidade. Além disso, as refinarias do país não possuem elevada capacidade de refinar petróleo pesado, o que torna mais barato importar o petróleo leve do que reformar as refinarias atuais (PUCSP, 2014).

A necessidade de importação de diesel constitui-se em um entrave, pois este insumo representa a maior fração do consumo dentre os derivados do petróleo no Brasil, com participação de aproximadamente 40% no consumo total (BEN, 2013). O consumo de diesel está relacionado à utilização do transporte rodoviário como principal meio de transporte, atrelado à extensão territorial brasileira e à elevada produção agrícola (CNI/IBP, 2012).

De acordo com o PDE 2020 (2011), o setor brasileiro de refino possui dezesseis refinarias, sendo doze de propriedade da Petrobrás e quatro de propriedade privada. A capacidade instalada até o ano de 2011 era de 320 mil m³ por dia. Adequar a produção nacional às especificações de mercados estrangeiros, exigências rigorosas e aumento da demanda por óleo diesel, são desafios que o parque nacional de refino vem enfrentando. Com isso, existe a iminente necessidade de investimento no setor para que o país possa agir forma competitiva, proporcionando autossuficiência no abastecimento nacional de combustíveis e maior retorno financeiro através da exportação de petróleo com melhor qualidade. Estima-se que o investimento em novas refinarias e em aumento de capacidade de produção, das refinarias atuais, seria de aproximadamente US\$ 30,1 bilhões até o ano de 2020. Ainda, de acordo com o estudo, até o ano de 2014 o Brasil continuaria como importador de derivados, com déficits de GLP, nafta e diesel. Somente após a instalação de novas refinarias, que já estão previstas para os anos de 2015 e 2017 é que o país passará a exportar derivados, mantendo essa condição pelo menos até o ano de 2020. A Figura 5 demonstra a capacidade de refino x volume refinado nas refinarias brasileiras. Observa-se que, a grande maioria das refinarias encontram-se trabalhando próximo a sua capacidade máxima, evidenciando a necessidade de aumento da capacidade de refino e/ou novas unidades.

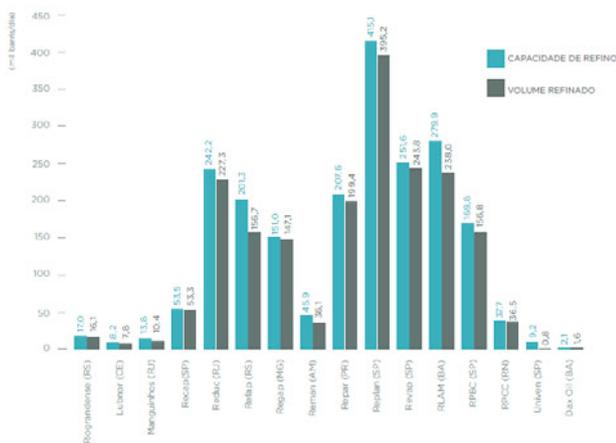


Figura 5 - Refinarias Brasileiras x Capacidade de Refino
Fonte: ANP, 2013.

A maior parte das reservas brasileiras estão localizadas em campos marítimos, o que conferiu ao Brasil maior conhecimento da exploração em águas profundas e ultra profundas (PETROBRAS, 2014). A Figura 6 apresenta as bacias marítimas e terrestres brasileiras. É importante destacar que ainda existe uma significativa porção do território brasileiro que ainda carece de mapeamento e pesquisa geológica, existindo então a possibilidade de ampliação das reservas. Por isso, discussões em eventos e congressos com especialistas da área de petróleo indicam que além de novas descobertas e uso de novas tecnologias para a exploração, o fator econômico que viabiliza reservas mais caras, faz com que o cenário de disponibilidade de petróleo esteja em constante mudança, sendo difícil a previsão de um horizonte concreto para o seu esgotamento.

Inicialmente, em 1953, a exploração de petróleo no Brasil era exclusividade da estatal Petrobrás, que era responsável também pelo refino, produção e transporte de petróleo. O petróleo extraído até então era proveniente de bacias terrestres, com baixo volume extraído. Com a descoberta de bacias marítimas em 1970 o panorama da cadeia do petróleo foi modificando-se gradativamente. Os argumentos em favor da quebra de monopólio e privatização do sistema foram ganhando força até que em 1995, a Emenda Constitucional nº 9 tornou flexível o monopólio estatal. A partir de 1997 permitiu-se que outras empresas pudessem exercer as atividades relativas ao petróleo, após o pagamento das devidas taxas, através de modelos de concessão (DIEESE, 2013).



Figura 6 - Bacias Produtoras Marítimas e Terrestres
Fonte: Petrobrás, 2014.

Em 2007, descobriu-se que existe uma grande reserva de petróleo na camada do pré-sal brasileiro. Essa descoberta contribuiu para criar expectativas em relação ao futuro do mercado de combustíveis fósseis. Para explorar as reservas encontradas será necessário superar desafios como a distância (os poços estão localizados a aproximadamente 300 metros da costa) e a profundidade, entre 3 e 4 mil metros de água, sal e sedimentos. Para superar esses desafios serão necessários elevados investimentos em tecnologia e mão-de-obra para que o Brasil possa tornar-se autossuficiente. Um aspecto importante a ser considerado é o fato de que espera-se que o petróleo encontrado no pré-sal, possua densidade menos elevada do que o petróleo tradicionalmente obtido no país, dessa forma, seria possível tornar a produção de diesel independente de importações

(COPPE UFRJ, 2014). As expectativas, segundo a IEA (2013), são de que o Brasil aumente consideravelmente sua produção de petróleo até 2035.

A descoberta da possibilidade de aumento significativo da produção de petróleo, fez com que fosse criado um novo modelo de exploração, exclusivo para as reservas do pré-sal. Esse modelo implica que a exploração se faça a partir do regime de partilha, através de licitação. O modelo precisou ser modificado, pois segundo o governo o risco inerente a exploração nas camadas pré-sal é menor do que nas bacias atuais, além de que as bacias são bem maiores. A legislação permite que o governo opte a respeito da exploração, podendo optar entre o regime de partilha ou contratar diretamente a Petrobrás. O objetivo do novo modelo é ampliar a participação estatal, além disso, foi criado um fundo social que será financiado pela produção proveniente das camadas do pré-sal (DIEESE, 2013). Cabe alertar, no entanto, de que o petróleo do pré-sal ainda se configura em uma promessa e que somente o desenvolvimento tecnológico e o arranjo econômico poderão viabilizar a sua exploração, com a expectativa de que as consequências resultem em desenvolvimento econômico e social para o país.

2.5 Biocombustíveis: Opções para o futuro

Após a crise do petróleo em 1973 tornou-se evidente a necessidade de busca por fontes alternativas às até então utilizadas. No Brasil, foi instituído, em 1975, o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), que incentivava a produção e o consumo de etanol no Brasil (NITSCH, 1991), através da modernização e aumento das destilarias. O objetivo era tornar o país menos vulnerável ao mercado externo, evitar déficits comerciais, gerar emprego e evoluir a tecnologia nacional. Inicialmente a proposta era de misturar etanol à gasolina, mas após o agravamento da crise, em 1979, passou-se a buscar o desenvolvimento de uma frota movida exclusivamente à álcool (MICHELLON, 2008).

Em 1986 houve decréscimo no preço do petróleo e suspensão dos financiamentos do governo para estímulo a construção de novas usinas de etanol, desestimulando a produção. Houve desequilíbrio de oferta em relação a demanda, provocando desconfiança da população (MICHELLON, 2008).

Apesar de seus altos e baixos, o proálcool possibilitou o desenvolvimento do mercado de biocombustíveis e atualmente, a tecnologia conhecida como *flex fuel*, que permite que os automóveis sejam movidos tanto a álcool como a gasolina, é amplamente empregada no mercado brasileiro. Portanto, atender às necessidades de combustíveis alternativos no mercado interno ainda constitui-se em um dos maiores desafios do país.

No ano de 2012, o BNDES disponibilizou 4 bilhões de reais para renovação e ampliação de canais, objetivando aumentar a produtividade de etanol. Foram produzidos cerca de 23,5 bilhões de litros para abastecer o constante aumento da demanda.

O governo federal visa aumentar nos próximos anos a produção de etanol para auxiliar no atendimento da demanda. Para auxiliar nas projeções de futuras produções, realizou-se um zoneamento agroecológico para verificação das áreas aptas para o cultivo de cana-de-açúcar, respeitando a legislação e áreas preservadas e evitando áreas destinadas ao cultivo de alimentos. Foram identificados 65 milhões de

hectares de áreas aptos para o cultivo, sendo que 19,3 milhões de hectares são considerados de elevado potencial produtivo (CNI/IBP, 2012).

A produção de etanol no Brasil sempre esteve atrelada ao incentivo governamental. De acordo com CNI/IBP (2012) a produção foi estimulada inicialmente em 1931 através da medida que determinava a mistura de 5% de etanol à gasolina. O 2º estímulo se deu através do Proálcool em 1975. Já a crise ocorrida em 1986 foi ocasionada justamente pelo desestímulo governamental à produção. Em 2003, com a inserção dos veículos *flex fuel*, os produtores se viram mais uma vez incentivados a incrementar a produção e assim a fizeram. A descontinuidade da política de incentivos ocasionou novamente, em 2008, uma diminuição na produção de etanol. De fato, para que a produção de etanol atinja níveis satisfatórios e não seja diretamente afetada ao preço do açúcar é indispensável que o governo, de alguma forma, estimule a produção.

A Figura 7 apresenta permite relacionar a produção de etanol anidro com a demanda. Observa-se que durante o período compreendido entre 2009 e 2012 a produção de etanol foi maior que o consumo nacional. Esse consumo está diretamente ligado ao preço do etanol hidratado relativo ao da gasolina, para que a relação seja competitiva é preciso que a razão de preços seja de pelo menos 70%.

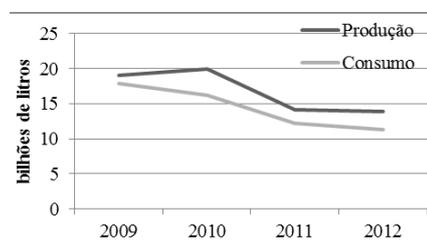


Figura 7 - Produção x Demanda Etanol Hidratado
Fonte: EPE, 2013.

Entre os anos de 2003 e 2010, o Brasil chegou a exportar gasolina, devido ao preço competitivo do etanol aliado à difusão do uso dos carros *flex fuel*, que permitiram um excedente de gasolina. Em 2010, restringiu-se a produção de etanol, o que elevou o seu preço, tornando-o pouco competitivo à gasolina. Com isso, o Brasil passou de exportador para importador de gasolina, chegando a importar 12% do seu consumo no ano de 2012 (LOSEKANN E HAYDT, 2013).

Desde 2010, o setor sucroenergético brasileiro, vêm enfrentando uma grave crise. As últimas 5 safras foram marcadas pelo fechamento de usinas, diminuição da produtividade e pela manutenção artificial do preço da gasolina pelo governo. A mistura desses fatores deixou 2/3 do setor alcooleiro operando no vermelho (JORNAL CANA, 2014).

Em se tratando de biodiesel, de acordo com o MME (2004), o Brasil possui extensas áreas que podem ser utilizadas para o cultivo de diferentes tipos de oleaginosas e que não são adequadas ao cultivo de alimentos. O comércio do Biodiesel está amparado a um marco regulatório que trata dos percentuais de mistura do biodiesel ao diesel, e é fiscalizado e regulado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) teve início em 2004, quando iniciaram-se os

estudos para inserção do biodiesel na matriz energética brasileira. Nos primórdios do programa a mistura do biodiesel ao diesel era de caráter autorizativo. Somente em 2008 passou a ser obrigatório a mistura de 2% de biodiesel ao diesel e em 2010 essa porcentagem migrou para 5% (MME, 2014). Dessa forma é possível diminuir a dependência do petróleo leve, que atualmente é em sua grande maioria importado, além de aumentar a garantia de suprimento para a frota atual, diminuir passivos ambientais, possibilitar o desenvolvimento regional e gerar empregos. Além disso, a utilização do biodiesel não exige alterações no motor dos veículos, tornando mais rápida e fácil a sua inserção no mercado nacional.

O PNPB tornou o Brasil, o 3º maior produtor de biodiesel do mundo, a frente do Brasil estão os Estados Unidos e Argentina (EPE, 2013). Apesar dos benefícios gerados pelo programa o crescimento da produção ainda não foi o suficiente para deter as importações (SILVA, 2013).

Para estímulo à produção de biodiesel são realizados leilões bimestrais. Entre os anos de 2011 e 2012, o valor médio atingido nos leilões foi de 2.328,88 R\$/m³. O 4º leilão realizado em 2012 atingiu o maior valor desde 2009, que foi de 2.734,00 R\$/m³ (EPE, 2013). Vale ressaltar que o valor do biodiesel produzido essencialmente pelo uso de óleo de soja possui um valor de R\$2,73/L. Caso o insumo para produção de biodiesel fosse outro este preço seria ainda maior, uma vez que competiria com preços já estabelecidos por outros setores como o de alimentos e de produtos farmacêuticos. O preço médio do diesel de petróleo (R\$2,53) indicando o esforço governamental na construção de uma matriz energética mais limpa, mas com custos para a sociedade uma vez que tal diferença deve ser coberta por incentivos ou subsídios. Esse é um ponto que ilustra certamente as dificuldades dos combustíveis alternativos para criar uma cadeia sustentável de valor.

Em relação a produção, até o final de 2013 foram produzidos 2,9 bilhões de litros de biodiesel. Comparando os dados de 2013 com os de 2007, percebe-se que o total produzido em 2013 corresponde a 7 vezes o que foi produzido em 2007. A figura abaixo mostra a evolução da produção de biodiesel no Brasil entre 2007 e 2013.

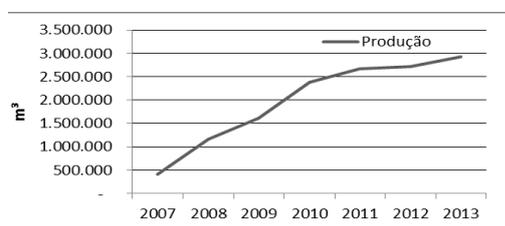


Figura 8 - Evolução da Produção de Biodiesel
Fonte: ANP, 2014.

2.6 Lenha

Utilizada desde os primórdios da humanidade, a lenha é utilizada até os dias de hoje como combustível para gerar energia térmica, mecânica e elétrica, para uso residencial e industrial. Sua utilização varia conforme o nível de desenvolvimento de um país, disponibilidade de florestas e competição com outras fontes (BRITO, 2014).

A maior parte da lenha que é produzida no Brasil é utilizada nas siderúrgicas, a partir da sua transformação em carvão vegetal, o restante da demanda se faz para uso

residencial e nas indústrias cerâmicas de alimentos e de bebidas. A principal madeira utilizada é o eucalipto, mas também são utilizadas madeira de laranjeira, goiabeira, seringueira e pinho (MENDES & PAULA, 2012).

Em 2012, o consumo de lenha no Brasil foi de 6,5% em relação ao total de energia consumida (BEN, 2013). Entre os anos de 2011 e 2012 a oferta interna de lenha e carvão vegetal decaiu em 1%, principalmente devido a redução do seu consumo em residências, que tem substituído o seu uso ao GLP. Da oferta total de energia proveniente da biomassa, em 2012, 32,4% foi proveniente da lenha (MME, 2013).

É interessante observar que a lenha já representou maior parte da demanda brasileira por energia. Em 1970, a lenha representou 48% do consumo total, seguida pelo petróleo que representava 36% da demanda (ENEGEP, 2008).

De acordo com o PDE (2020), o esperado é que o consumo de carvão vegetal aumente entre 2010 e 2020, com crescimento de 2,2% a.a. O aumento deste consumo deve-se principalmente devido a indústria siderúrgica que aumentará a sua utilização, ampliando sua capacidade de produção. Devido ao fato do Brasil possuir extenso território, que permite a plantação de eucalipto para produção de carvão vegetal, a sua utilização no país se faz bem mais atrativa do que a utilização de carvão mineral.

2.7 Programa para Querosene de Aviação baseado em Biocombustível

A indústria da aviação estabeleceu metas para redução da emissão de dióxido de carbono. Responsável por 2% do total das emissões causadas pelo homem, as preocupações se devem devido as projeções de expansão da indústria de aeronaves e às necessidades globais de diminuição da emissão de poluentes. Como forma de tornar-se mais sustentável, a proposta é a parcial substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis (FAPESP, 2013).

As empresas responsáveis pelo “Plano de voo para biocombustíveis de aviação no Brasil: plano de ação” irão estimular projetos de pesquisa e desenvolvimento para o desenvolvimento de biocombustíveis para aviação (ALISSON, 2013). A demanda global por querosene de aviação é de 250 milhões de m³ por ano, o que corresponde a 6% da produção das refinarias. A proposta é que, nos próximos anos, seja possível realizar a mistura dos combustíveis alternativos, ao combustível fóssil utilizado até então (FAPESP, 2013).

Foi formada uma parceria entre as empresas áreas, de pesquisa de biocombustíveis e fabricantes aeronáuticos, denominada Abrapa (Aliança Brasileira para Biocombustíveis de Aviação), para auxiliar no desenvolvimento de biocombustíveis para a aviação (CBMAMONA, 2014).

De acordo com o Jornal do Brasil (2012), o grande desafio a ser enfrentado diz respeito ao desenvolvimento de um biocombustível que possa ser produzido em escala comercial e tenha um custo competitivo. Apesar de já existirem biocombustíveis no mercado mundial que tenham certificação para serem utilizados na aviação, o custo chega a ser 100% maior do que o querosene de aviação, utilizado atualmente. Entre as especificações necessárias destacam-se a alta viscosidade energética, permitir potência elevada, volatilidade adequada e baixo ponto de congelamento, não

conter água em solução e apresentar baixa corrosividade (VELÁZQUEZ, 2011).

É preciso conseguir a produção em escala comercial de um bioquerosene, que tenha preço competitivo e atenda às especificações para serem utilizados nas aeronaves. Para isso será necessário o investimento em pesquisas e tecnologia e o incentivo governamental, para que no futuro seja uma alternativa à utilização do querosene.

2.8 Resíduos

Diversas atividades humanas produzem resíduos com as mais diversas origens. Entre eles, podemos destacar os resíduos industriais, resíduo sólido urbano, agrícola, florestal e efluentes líquidos. A deposição desses resíduos sempre foi pauta de discussão devido aos impactos ambientais, visuais, sanitários e econômicos (HOLTZ, 2011).

A utilização de resíduos para a produção de combustíveis é uma maneira de eliminar, ou pelo menos minimizar os impactos gerados e ainda agregar valor aos mesmos. A utilização do bagaço-de-cana para geração de energia, dos resíduos sólidos urbanos e efluentes líquidos para geração de biogás e a utilização de resíduos dos resíduos florestais para produção de energia térmica e elétrica, são práticas vem sendo amplamente utilizadas nos últimos anos.

De acordo com o Banco de Informações de Geração ANEEL (2014), a biomassa corresponde a 8,96% da capacidade instalada no Brasil. Os principais resíduos utilizados para produção de energia foram madeira, biogás, casca de arroz, bagaço de cana e licor negro. Existem atualmente 477 usinas que utilizam esses resíduos para produção de energia, com capacidade total de 11 GW. A figura abaixo apresenta o quanto cada resíduo representa do total de utilização de biomassa para geração de energia elétrica.

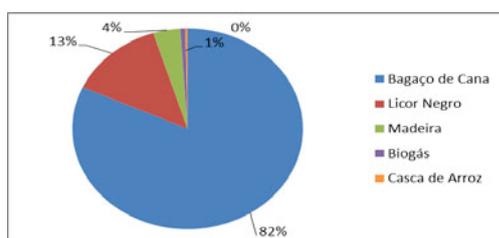


Figura 9 - Participação da Biomassa na matriz elétrica brasileira
Fonte: BANCO DE INFORMAÇÕES DE GERAÇÃO ANEEL, 2014.

De todos os resíduos utilizados, o bagaço de cana é o mais difundido nacionalmente. São 378 usinas, com capacidade de geração de 9,3 GW, o que representa 82% da geração proveniente da biomassa (ANEEL, 2014).

Com a difusão e ampliação do conhecimento das técnicas de aproveitamento de resíduos para produção de energia elétrica é esperado um aumento da participação da biomassa na matriz energética brasileira, auxiliando na diversificação da mesma.

No Brasil o aproveitamento de resíduos já é feito, mas existe um potencial muito maior que pode ser explorado. Em 2013 a Aneel realizou uma seleção de projetos objetivando desenvolver arranjos técnicos e comerciais usando resíduos e efluentes líquidos, direcionado essencialmente para o aproveitamento de biogás. É possível

que os gargalos estejam mais associados ao arranjo comercial, legal e institucional do que propriamente com o desenvolvimento tecnológico. Os resultados destes projetos são aguardados a partir de 2016.

2.9 Biorrefinarias

Desafios econômicos e ambientais tem levado cada vez mais progresso aos processos industriais. Nesse conceito, a utilização de biorrefinarias possibilitaria a fabricação de biocombustíveis, energia e produtos de base renovável, envolvendo assim um conjunto de possíveis tecnologias e diversas oportunidades a partir de biomassa. Trata-se de uma tecnologia que visa essencialmente em desenvolver uma opção de produção de insumos industriais da cadeia do petróleo, que com a escassez deste recursos, teria impactos em toda a cadeia industrial.

De acordo com Bastos (2012), as biorrefinarias seriam responsáveis pela integração de diversos processos de conversão de biomassa, podendo produzir produtos variados. O nome biorrefinarias, deve-se ao conceito similar às refinarias de petróleo que produzem uma diversidade de produtos como gasolina, querosene, óleo diesel, entre outros.

Como exemplos de biorrefinarias estão as usinas de cana-de-açúcar e as indústrias de papel e celulose, que criam produtos sustentáveis, materiais, insumos e energia, através da utilização da biomassa. A criação de uma matriz energética sustentável esta diretamente atrelada ao aumento da quantidade de biorrefinarias no Brasil, que até o momento não existem em grandes quantidades (GARDENAL, 2013).

As biorrefinarias possibilitam um melhor aproveitamento dos resíduos, agregando valor aos mesmos e abrindo portas para o agronegócio. Por este motivo fazem parte da agenda de P&D e o esperado é que sua utilização se amplie nos próximos anos, juntamente com a ampliação da utilização dos diversos recursos energéticos existentes no país (VAZ, 2014).

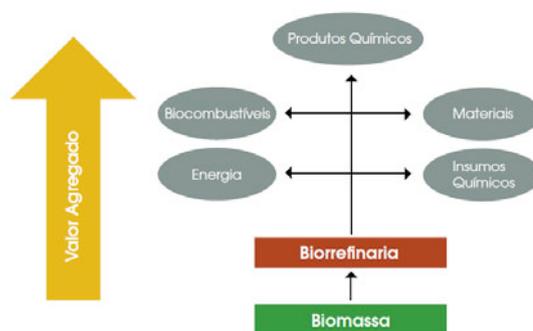


Figura 10- Representação do conceito de uma biorrefinaria.
Fonte: VAZ, 2014.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de promissoras, as alternativas energéticas ainda enfrentam barreiras para o seu desenvolvimento, como baixa capacidade de geração, elevados custos, quando comparado com os combustíveis fósseis e necessidade de aprimoramento da tecnologia. O esperado para os próximos anos é que as fontes fósseis continuem compondo a maior parcela da matriz energética mundial. Entretanto, cada vez mais opções energéticas e tecnológicas passarão a compor

este cenário, levando a exigência de amplos estudos pelos tomadores de decisão, exigindo ainda a abordagem de aspectos cada vez mais amplos e complexos.

Sabe-se que o Brasil possui matriz energética essencialmente renovável, além de elevada disponibilidade de recursos energéticos e grande extensão territorial. A utilização desses recursos ainda se faz de maneira tímida e não otimizada. Este fato deve-se, principalmente, a recente descoberta de petróleo nas camadas de pré-sal, em 2007, voltando a atenção do governo para a ampliação da produção de combustíveis fósseis e aumento da capacidade das refinarias brasileiras, uma vez que este fato irá conferir ao Brasil maior competitividade no mercado internacional. O país é privilegiado por fontes de recursos energéticos e renováveis, mas não está conseguindo transformar essa disponibilidade em vantagem competitiva e desenvolvimento econômico e social.

De fato, o país não pode deixar de investir em alternativas renováveis, que possibilitem a diversificação da matriz energética brasileira e o fornecimento de energia mais seguro.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALISSON, E. Plano busca viabilizar uso de biocombustíveis na aviação. Junho, 2013.

ANEEL. Petróleo. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-Petroleo\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-Petroleo(2).pdf)> Acesso em 12, fevereiro. 2014, 13:43:50.

ANP. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis : 2013 / Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. - Rio de Janeiro : 2008.

ANP. Produção Nacional de Biodiesel Puro. Disponível em <www.anp.gov.br/?dw=8740> Acesso em 19, março. 2014.

BANCO DE INFORMAÇÕES DE GERAÇÃO ANEEL. Matriz de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>> Acesso em 20, março. 2014.

BASTOS, V. D. Biorrefinarias, biocombustíveis e química renovável: revolução tecnológica e financiamento. p. 85-138. Revista do BNDES . Dezembro, 2012.

BNDES. Desenvolvimento da cadeia produtiva de petróleo e gás e investimentos em E&P122. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada1/ReIConsol-4de6.pdf> Acesso em 19, fevereiro. 2014, 15:46:35.

BNDES. Laje, E. et al. Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3702.pdf> Acesso em 13, março. 2014.

BOLETIM ANUAL DE PREÇOS. ANP. Preços do petróleo gás natural e combustíveis nos mercados nacional e internacional. Rio de Janeiro, 2013.

CBMAMONA. O uso de biocombustíveis chega com força à aviação brasileira. Disponível em <http://www.cbmamona.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=140:o-uso-de-biocombustis-chega-

[com-forvia-brasileira&catid=31:notas-do-evento&Itemid=89](http://www.cbmamona.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=140:o-uso-de-biocombustis-chega-com-forvia-brasileira&catid=31:notas-do-evento&Itemid=89)> Acesso em 20, março. 2014.

CNI/IBP – Confederação Nacional da Indústria/ Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis. A contribuição do Setor Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis para o desenvolvimento sustentável no país. Conferência Rio + 20. Brasília, 2012.

COMISSÃO EUROPÉIA. Comunicação da Comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité econômico e social e ao comité das regiões. Bruxelas, 2013.

COPPE UFRJ. Corrida para o mar: os desafios tecnológicos e ambientais do pré-sal. Disponível em <http://www.coppe.ufrj.br/pdf_revista/coppe_pre-sal.pdf> Acesso em 13, março. 2014.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos SocioEconômicos. Os modelos de exploração de petróleo no Brasil e as questões relacionadas ao surgimento do pré-sal: o debate sobre o Campo de Libra. Nota Técnica. Outubro, 2013.

ENEGEP. MATRIZES ENERGÉTICAS NO BRASIL: CENÁRIO 2010-2030. Bronzatt, F. L. NETO, A. I. Outubro, 2008.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis. Ano 2012. Abril, 2013.

FAPESP. BOEING. EMBRAER. UNICAMP. Plano de voo para biocombustíveis de aviação no Brasil: plano de ação. Junho, 2013.

FGVPROJETOS. O mercado do petróleo: oferta, refino e preço. Fundação Getúlio Vargas. Ano 05, nº 15. Abril, 2012.

FIERP. [http://www.fiepr.org.br/fomentoedesarrollo/cadeiasprodutivas/uploadAddress/petroleogas\[19590\].pdf](http://www.fiepr.org.br/fomentoedesarrollo/cadeiasprodutivas/uploadAddress/petroleogas[19590].pdf)

GARDENAL, I. Biorrefinarias no país têm ação interdisciplinar, diz pesquisador. UNICAMP. Dezembro, 2013.

HOLTZ, A. PIRES, A. Geração de energia com resíduos sólidos. O Estado de São Paulo. Agosto, 2011.

IEA. International Energy Agency. World Energy Outlook 2013.

JORNAL CANA. Etanol, Propostas contra a crise. Disponível em <<http://www.jornalcana.com.br/etanol-propostas-contr-a-crise/>> Acesso em 19, março. 2014.

JORNAL DO BRASIL. Brasil pode ser protagonista em biocombustíveis para aviação. Setembro, 2012.

LOSEKANN, L. HAYDT, G. Mercado de Combustíveis Automotivos: Projeção de importações de gasolina, impactos ambientais e emissão de CO₂. Maio, 2013.

MENDES, G. F. PAULA, N. F. Utilização de madeira para produção de energia no município de Jaboticabal – SP. 2012.

MICHELLON, E; SANTOS, A; RODRIGUES, J. Breve descrição do próalcol e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil. Julho, 2008.

MME. Ministério de Minas e Energia. Biodiesel. O novo combustível do Brasil. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Abril, 2004.

MME. Ministério de Minas e Energia. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Disponível em <

[http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiese
l/pnpb.html](http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiese
l/pnpb.html)> Acesso em 17, março. 2014.

MME. Ministério de Minas e Energia. Resenha Energética Brasileira. Exercício de 2012. Edição de 29 de maio de 2013.

MUNCH, M. G. et al. Reservas de Petróleo e Gás: Os investidores possuem informação suficiente para suas análises? 4º PDPETRO. Campinas, 2007.

NETO, A. V. D; GURGEL, A. Refino de Petróleo e Petroquímica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia Química. 2008.

NITSCH, M. O Programa de Biocombustíveis Proálcool no Contexto da Estratégia Energética Brasileira. Junho, 1991.

PDE 2020. Plano Decenal de Expansão de Energia 2020. Ministério de Minas e Energia

PETROBRÁS. Exploração e Produção de Petróleo e Gás. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>> Acesso em 18, março. 2014.

PUCSP. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Petróleo e Gás. Disponível em <http://www4.pucsp.br/artecidade/mg_es/pesquisa/parte06_MG_ES1.pdf> Acesso em 11, março. 2014, 14:59:35.

REIS, C. M. A nova geopolítica do petróleo: será o Brasil um global player? EGAL. 2013.

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Brasília, 2011.

SILVA, J. A. Avaliação do Projeto Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil – PNPB. Maio, 2013.

TERUMI, Nivea. Petróleo WTI e Brent: Qual a diferença? Disponível em <<http://blogs.estadao.com.br/descomplicador/2011/03/04/petroleo-wti-e-brent-qual-a-diferenca/>> Acesso em 18, março. 2014.

UFPR. Processamento Primário de Petróleo/Noções de Processo de Refino. Apostila Curso Técnico de Petróleo. Disponível em <http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apoio_didatico.htm> Acesso em 20, fevereiro. 2014, 15:52:30.

VELÁZQUEZ, R. S. G. KUBOTANI, R. T. VELÁZQUEZ, S. M. S. G. Novos combustíveis para aviação: um estudo de caso. Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, v. 12, n. 1, p. 77-93.

V. COPYRIGHT

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

ESTUDO INFORMACIONAL PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL DE DISPOSITIVOS ESPORTIVOS DIRECIONADO PARA USUÁRIO COM DEFICIÊNCIA VISUAL

ALTEMIR TRAPP¹; ERICSON PEREIRA¹; MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA¹;
OSIRIS CANGIGLIERI JUNIOR¹

1 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

altemirtrapp@hotmail.com; ericson.pereira@pucpr.br; lucia.miyake@pucpr.br; osiris.cangiglieri@pucpr.br

Resumo – O objetivo principal deste estudo é realizar o levantamento de informações para elaborar o projeto conceitual de uma bola com dispositivos eletrônicos para uso de pessoas com deficiência visual direcionado para ambientes aquático e terrestre, e também visando como produto da tecnologia assistiva, que contribua no desenvolvimento de aspectos motores, físicos, e no aprimoramento das capacidades perceptivas das pessoas com deficiência visual. O presente estudo apresenta o resultado do projeto piloto para protocolo de investigação, que caracterizou-se como uma pesquisa exploratória e retornou com dados relevantes na pesquisa. A coleta de dados foi dividida em quatro momentos, sendo estes: aplicação de questionário; experimentação do protótipo do dispositivo; testes de localização sonora em ambiente terrestre com dispositivo usado no esporte de pessoas com deficiência e por último os teste de velocidade de reação e tempo de deslocamento em ambiente aquático. A análise das respostas foi realizada visando-se a consecução dos objetivos do estudo, sendo feita uma análise quantitativa e qualitativa das respostas obtidas utilizando a estatística descritiva para apresentação dos dados. Os resultados apontaram a importância da participação dos usuários com deficiência visual no processo de construção e aprimoramento do protótipo. Pode-se observar em ambiente terrestre que as médias dos tempos no deslocamento para distâncias de 5m, 10m e 15 metros não houveram diferenças significativas ($p = 0,458, 0,649$ e $0,623$, respectivamente), porém em distâncias maiores (20m e 25m) houveram diferenças significativas. O modelo de bola com dispositivo eletrônico apresentou aspectos ergonômicos de boa qualidade e baixo custo e uma funcionalidade superior às bolas atuais utilizadas pelas pessoas com deficiência visual, assim conclui-se que para a regulamentação de outros esportes como o polo-aquático há a necessidade de novos equipamentos e estratégias de adaptação desta modalidade orientada para deficiência visual, e a bola com adaptação eletrônica mostrou um melhor aproveitamento que as demais possibilitando assim tornar possível realidade a prática de esportes aquáticos com bola.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva. Deficiência Visual. Esporte. Desenvolvimento de Produto.

I. INTRODUÇÃO

A deficiência visual é caracterizada como a perda parcial ou total da capacidade visual devendo atingir ambos os olhos (GORGATI; COSTA, 2005, p.59). As limitações causadas por esta deficiência não deve impedir o indivíduo de realizar tarefas nas quais os outros sentidos possam

favorecer (MELO, 2004, p.119). Para tanto, é necessário estimular o aprimoramento desses outros sentidos. A atividade física é uma ferramenta que contribui na construção do desenvolvimento corporal e no aprimoramento dos sentidos do corpo humano. Os estímulos aplicados de forma adequada são utilizados para adaptar as modalidades esportivas. A realização de atividades físicas, esportivas e de lazer com deficientes visuais promovem benefícios no desenvolvimento do indivíduo e estimulam suas potencialidades (MELO; LÓPEZ, 2002).

O objetivo deste estudo é realizar o levantamento de informações para elaborar o projeto conceitual de uma bola com dispositivos eletrônicos para uso de pessoas com deficiência visual direcionado para ambientes aquático e terrestre, e também visando como produto da tecnologia assistiva, que contribua no desenvolvimento de aspectos motores, físicos, e no aprimoramento das capacidades perceptivas das pessoas com deficiência visual. Neste aspecto, os requisitos do usuário são os principais escopos de investigação para projetar produto orientado para tecnologia assistiva (OKUMURA, 2012; OKUMURA *et al.*, 2012). Desse modo, para alcançar o objetivo, este estudo levou em consideração a participação da pessoa com deficiência para buscar a especificidade do usuário que pratica esporte, assim, este artigo apresenta o projeto piloto para protocolo de investigação, o qual retornou com resultados relevantes na pesquisa.

A metodologia de pesquisa caracterizou-se como uma pesquisa exploratória que busca conhecer as necessidades do futuro usuário do produto, assim adaptando esse produto a real necessidade do usuário final. Segundo Piovesan e Temporini (1997), define-se pesquisa exploratória, na qualidade de parte integrante da pesquisa principal, como o estudo preliminar realizado com a finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer.

No procedimento técnico da pesquisa inicialmente foi embasado no levantamento bibliográfico e na sequência foram coletados dados na área esportiva, que pessoas com deficiência visual frequentam. Ao final, apresenta a discussão dos resultados obtidos e a conclusão desta pesquisa com apontamentos para dar a continuidade da pesquisa.

II. A PRÁTICA DO ESPORTE E A PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA FASE DO PROJETO INFORMACIONAL

O esporte para pessoas com deficiência tem sido abordado desde os séculos XIII e XIX, confirmando a importância da atividade física como agente educador e reabilitador destas pessoas. A deficiência visual assim como outras deficiências utiliza o esporte como meio para aumentar a resistência cardio-respiratória, à força, a resistência muscular, a flexibilidade, entre outros (MELO; LÓPEZ, 2002, p.1). Além da inclusão social que o esporte proporciona a partir da adaptação de suas práticas.

Com o objetivo de organizar o esporte para pessoas com deficiência visual, foi fundada em Paris 1981, a International Blind Sports Association (IBSA), com uma organização sem fins lucrativos. Atualmente ela é a entidade responsável por organizar e fomentar os esportes para pessoas com deficiência visual.

Dentre as modalidades organizadas pela IBSA, cinco deles fazem partes do programa oficial de provas das paralimpíadas, sendo elas: Futebol de 5, Goalball, Judô, Natação e atletismo (IBSA, 2013). Através do levantamento teórico realizado, foi observado que os esportes aquáticos destinados para essas pessoas se limitam apenas a natação, desta forma deixando estas pessoas de usufruírem dos benefícios advindos de atividades realizadas em ambientes aquáticos.

Em relação às limitações impostas pela deficiência visual para a realização de atividades esportivas, de acordo Amaral (1996) a dificuldade de se locomover nas ruas de uma cidade, que potencializa a insegurança da família e da própria pessoa com deficiência. Soma-se a isso o medo de ser discriminado e excluído de um espaço que nitidamente não está preparado para acolher todos os seus usuários em potencial. Por esse motivo, muitos pais de crianças com deficiência proíbem que elas saiam de casa, impedindo formas primárias de socialização. Para Almeida (2006), essa privação pode formar um indivíduo incapaz de se locomover sozinho, desprovido de consciência motora e inábil para se relacionar com o outro.

O despreparo das cidades e a dificuldade de acesso à informação limitam de tal forma a ação de pessoas com deficiência visual, que aos olhos da sociedade ele parece muito mais diferente que igual. Para Bersch (2008), A deficiência é, na verdade, a falta de condições da sociedade em acolher as diversidades. Pois, “ninguém é deficiente pelas qualidades que possui ou deixa de possuir. Uma pessoa só pode ser considerada deficiente perante uma audiência que a considera, segundo seus critérios, como deficiente” (OMOTE, 2009).

Nesse sentido, embora pareça óbvio, é preciso destacar que, na grande maioria dos casos, a única limitação da pessoa com deficiência visual é não enxergar. Para Araújo (2006, p.2), um indivíduo que apresenta dificuldades motoras e de socialização é consequência da ausência de estímulos recebidos ao longo de sua vida. Da mesma forma, Xavier (1995), destaca que os demais sentidos da pessoa com deficiência visual não são naturalmente mais aguçados e sim melhores desenvolvidos, necessitando de estímulos para poder compensar a falta da visão. Desse modo, uma criança cega que não é estimulada pela família ou pela escola será um jovem inseguro, com baixa autoestima, dependentes e apáticos (GAVIÃO, 1997, p. 1). Desta forma,

acarretando a ser um indivíduo completamente afastado da vida em sociedade. Para Wright e Sugden (1977), provavelmente essas limitações poderiam ser reduzidas caso o professor oferecesse outras formas de vivências para estes alunos, já que a perda visual, como anteriormente mencionado, é muito menos relevante do que os estímulos oferecidos para o desenvolvimento motor (WRIGHT; SUGDEN, 1977).

Nestes termos, diante do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto orientado para tecnologia assistiva, a fase do projeto informacional identifica as necessidades do usuário com deficiência visual, que são desdobradas em requisitos de projeto do produto, no caso consideram-se diferentes atributos como funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade e outros, cujos dados alimentam o projeto conceitual do produto (BACK et al., 2008; OKUMURA, 2012).

III. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Na investigação do projeto piloto participaram 58 pessoas, todos adultos do sexo masculino que não apresentassem históricos de problemas auditivos, sendo 22 deles são pessoas com deficiência visual. Todos os participantes foram selecionados através dos critérios de inclusão e distribuídos de acordo com a etapa realizada.

A coleta de dados foi dividida em quatro momentos, sendo estes: aplicação de questionário; experimentação do protótipo do dispositivo; testes de deslocamento em ambiente terrestre e por último os testes de localização sonora e deslocamento em ambiente aquático. Antes de iniciar cada etapa eram apresentados os procedimentos e os objetivos do estudo, assim como, dado a continuidade mediante a disponibilidade e consentimento de livre participação de cada pessoa e da instituição esportiva.

a) Aplicação do questionário

Para a aplicação do questionário participaram 30 sujeitos selecionados de acordo com o critério de inclusão sendo eles treinadores para-desportivos (5) Professores de Educação Física (5) atletas de baixa visão com classificação esportiva B2/B3 (10) e atletas com deficiência visual total com classificação esportiva B1 (10).

b) Experimentações do dispositivo

Na segunda etapa foram realizadas as experimentações do dispositivo (Anexo A) por dois indivíduos com deficiência visual total, integrantes da Associação Esportiva dos Deficientes Visuais do Paraná (AEDV-PR), com atividades de percepção sensorial, aceleração, transposição de obstáculos, orientação e mobilidade dentro das dependências do complexo esportivo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Em todos os testes os dispositivos foram fixados na parte superior dos cones, com uma a altura de 70 cm. Após as experimentações, os indivíduos foram questionados sobre a qualidade do equipamento.

c) Localização sonora em ambiente terrestre

Em um terceiro momento foi realizado o teste de localização sonora (Anexo B) comparando a funcionalidade entre as bolas de Goalball, Futebol de 5 e a bola com dispositivos eletrônicos. Para esta atividade participaram

dez indivíduos, sujeitos do sexo masculino ($24 \pm 7,59$ anos), sendo que os mesmos foram posicionados em um raio de distância entre 5m à 25m das bolas e eles ao comando dos avaliadores se deslocavam em direção da bola selecionada.

d) *Localização sonora na piscina*

A etapa seguinte contou com a participação de 6 indivíduos ($26 \pm 4,38$ anos) praticantes de natação que tiveram os seus óculos de natação vendados com fita adesiva escura na lente. Os participantes realizaram o teste de localização sonora na piscina (Anexo C) onde ficaram posicionados na borda da piscina e foram orientados a direcionar com as mãos onde estava sendo emitido o som das bolas de Futebol de 5, Goalball e do protótipo da bola com dispositivo eletrônico. Essas bolas ficaram por sobre a água sendo segurada pelos avaliadores e em pontos determinados. Em um segundo momento na piscina os sujeitos realizaram o teste de tempo de deslocamento (Anexo D), que teve como objetivo verificar o tempo de deslocamento que os praticantes tiveram para se deslocarem do início da piscina até os locais que estavam posicionadas as bolas.

A análise das respostas foi realizada visando-se a consecução dos objetivos do estudo, sendo feita uma análise quantitativa e qualitativa das respostas obtidas utilizando a estatística descritiva para apresentar os dados por meio de gráficos e tabelas, além da média e desvio padrão, bem como o teste estatístico para determinar a normalidade dos dados (Shapiro-Wilk) e a diferença significativa entre as bolas (ANOVA e Kruskal-Wallis).

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Frente às respostas dos entrevistados, observou-se há necessidade de novos produtos ou aperfeiçoamento dos atuais. Os participantes acreditam que, o desenvolvimento de uma bola adequada para eles deve conter uma camada externa rugosa que emita som audível constantemente mesmo que parada ou em fase aérea e que possua maior durabilidade.

A partir de fatos evidenciados na prática esportiva diária, foi iniciada a elaboração de um dispositivo que emite sons intermitentes a uma intensidade entre 80 a 85 dB os limites foram estabelecidos de acordo com as medidas realizadas a 7,5m de distância da fonte sonora, admitindo-se um nível máximo de ruído de 85 dB, independentemente condição de movimento (ABNT, 1987,p.04), sendo acionado por um controle remoto através do sistema wireless, recebendo informações até um raio de no máximo 100 metros, utilizando como fonte de energia para o seu carregamento 3 pilhas AA (recarregáveis) e 1 pilha 12 volts para o controle remoto. Desta forma Dias e Pereira (2008) dizem que a percepção de sons para pessoas com deficiência visual é melhor do que a de indivíduos videntes, pelo fato de processarem melhor e com maior efetividade as propriedades físicas dos sons da fala (frequência, intensidade e duração).

Durante a investigação de informações, observou-se que a forma com que se realizam os treinamentos para as pessoas com deficiência visual são feitas por indicações sonoras emitidas por pessoas que enxergam batendo palmas nos locais e em momentos estipulados pelo treinador ou utilizando bolas com guizo, porém nem sempre tem pessoas

disponíveis e suficientes, o método é lento e altamente sujeito a falhas. Neste contexto, perante fundamentação em conceitos antropométricos e ergonômicos foi elaborado um protótipo do dispositivo que possibilita auxiliar na localização e locomoção por meio de emissão de som. Ao sinal dos avaliadores, as pessoas com deficiência visual, se deslocaram em direção do dispositivo acionado, que era interrompido após a sua ultrapassagem, o qual mostrou o modo de funcionamento, abrindo a possibilidade de estende-se para o desenvolvimento de outro dispositivo da tecnologia assistiva.

Nas experimentações, os participantes foram instruídos a indicar o local de origem do som (acima, esquerda, frente, trás) e se deslocar até o mesmo. O acionamento do dispositivo foi iniciado pelos pesquisadores através do controle remoto para indicar o local de deslocamento e sendo interrompido de acordo com a passagem dos indivíduos pelos cones, conforme mostra a Figura 1.

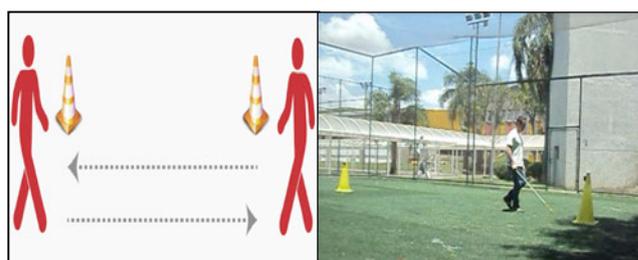


Figura 1 - Experimentação de orientação e mobilidade
Fonte: Autores (2013)

Após as experimentações com os dispositivos, foi iniciada a confecção do protótipo de bola aquática. Foi inserido um dispositivo eletrônico em uma bola de borracha dividida ao meio em duas partes, no interior de ambas as partes foram fixadas quatro arestas de plástico semi-flexível dispostas em formato de cruz, deixando o dispositivo centralizado entre as arestas, conforme apresentado na Figura 2.

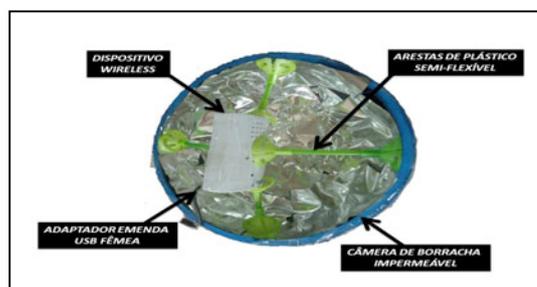


Figura 2 - Protótipo da bola aquática internamente
Fonte: Autores (2013)

Todos estes itens citados na Figura 2 foram fixados com cola instantânea. No dispositivo foi acoplado no local onde ficam as pilhas o cabo adaptador USB de saída fêmea, sendo possível o seu carregamento através de uma fonte de energia com adaptação de saída USB. Com este protótipo de bola adaptada foi realizado o teste de localização sonora comparando as funcionalidade para a percepção de localização entre as bolas de Goalball, Futebol de 5 e a bola eletrônica, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Pode-se observar entre as médias das distâncias iniciais até 15 metros (m) não ocorreram diferenças significativas,

com valores de 'p' iguais a 0,458, 0,649 e 0,623 para as distancias de 5m, 10m e 15m respectivamente para a localização das bolas. Porém, em distâncias maiores (20m e 25m) os resultados mostram que ocorreu um melhor aproveitamento na localização da bola com dispositivo eletrônico, e foram encontradas diferenças significativas para a localização das bolas com valores de 'p' iguais a 0,001 tanto para 20m quanto 25m.

Tabela 1 - Resultado do teste de deslocamento em ambiente terrestre.

TESTE DE DESLOCAMENTO EM AMBIENTE TERRESTRE															
5m			10m			15m			20m			25m			
Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	
0,0562	0,0562	0,0562	0,0954	0,0962	0,0955	0,1454	0,1466	0,1462	0,2125	0,2215	0,2002	0,2944	0,3017	0,2621	
0,0563	0,0563	0,0563	0,1061	0,1062	0,1062	0,1549	0,1554	0,1543	0,2157	0,2129	0,1917	0,2957	0,3121	0,2715	
0,0564	0,0564	0,0564	0,0979	0,0982	0,0931	0,1467	0,1475	0,1465	0,2266	0,2242	0,1977	0,2769	0,3135	0,2732	
0,0565	0,0565	0,0565	0,0972	0,0965	0,1164	0,1495	0,1498	0,1492	0,2032	0,2217	0,1985	0,2689	0,2967	0,2729	
0,0566	0,0566	0,0566	0,1121	0,1124	0,1122	0,1612	0,1637	0,1617	0,2417	0,2533	0,2207	0,3141	0,3264	0,2836	
0,0567	0,0567	0,0567	0,1139	0,1143	0,1138	0,1779	0,1796	0,1763	0,2314	0,2449	0,2019	0,3085	0,3358	0,2809	
0,0568	0,0568	0,0568	0,0964	0,1167	0,0962	0,1472	0,1497	0,1481	0,2185	0,2252	0,1957	0,3082	0,3282	0,2805	
0,0569	0,0569	0,0569	0,0989	0,0991	0,0992	0,1565	0,1595	0,1561	0,2177	0,2271	0,1942	0,3191	0,3377	0,2712	
0,0571	0,0571	0,0571	0,0961	0,0963	0,0961	0,1467	0,1484	0,1465	0,2289	0,2364	0,1962	0,3089	0,3242	0,2737	
0,0571	0,0571	0,0571	0,0935	0,0948	0,0937	0,1478	0,1479	0,1477	0,2277	0,2339	0,2003	0,3136	0,3391	0,2825	
Média	0,0567	0,0569	0,0566	0,0972	0,0982	0,0962	0,1478	0,1497	0,1481	0,2266	0,2271	0,1985	0,3082	0,3264	0,2737

Fonte: Autores (2013).

A Tabela 2 apresenta os resultados estatísticos para a comparação das médias entre as bolas.

Tabela 2 - Resultado do teste estatístico de deslocamento em ambiente terrestre.

Bola	Valores de p				
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m
Eletrônica x Fut 5	0,847	0,923	0,999	0,001	0,001
Eletrônica x Goalball	0,108	0,975	0,942	0,001	0,001
Fut 5 x Goalball	0,285	0,824	0,951	0,297	0,008

Fonte: Autores (2013).

Na realização dos testes no ambiente aquático foi avaliada a capacidade de localização dos sujeitos em identificar o local onde estava sendo emitido o som das bolas de Futebol de 5, Goalball e o protótipo da bola eletrônica e o tempo de deslocamento para estes locais, na tabela 3 observa-se os resultados referentes ao teste de deslocamento.

Entretanto no teste em que foi avaliado o deslocamento na piscina, os participantes da pesquisa encontraram dificuldades para se deslocarem nos locais com distâncias acima de 15 metros de onde estava sendo emitido os sons das bolas de Goalball e Futebol de 5 e obtiveram um melhor aproveitamento na localização do protótipo da bola com dispositivo eletrônico, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado do teste de deslocamento na piscina.

TESTE DE DESLOCAMENTO NA PISCINA															
5m			10m			15m			20m			25m			
Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	Bola de Fut 5	Bola de Goalball	Bola Eletrônica	
0,0662	0,0762	0,0762	0,1654	0,1662	0,0955	0,1454	0,1466	0,1362	0,1825	0,1915	0,1602	0,2244	0,2117	0,1991	
0,0763	0,0863	0,0863	0,1506	0,1762	0,1062	0,1549	0,1554	0,1443	0,1857	0,1829	0,1517	0,2057	0,2121	0,1815	
0,0764	0,0764	0,0764	0,1779	0,1682	0,0931	0,1467	0,1475	0,1465	0,1866	0,1842	0,1577	0,2169	0,2035	0,1732	
0,0765	0,0765	0,0765	0,1672	0,1765	0,1164	0,1495	0,1498	0,1492	0,1832	0,1917	0,1785	0,2189	0,2067	0,1871	
0,0766	0,0766	0,0766	0,1721	0,1724	0,1122	0,1612	0,1637	0,1417	0,1817	0,1833	0,1607	0,2141	0,2164	0,1886	
0,0667	0,0697	0,0867	0,1639	0,1643	0,1138	0,1679	0,1696	0,1363	0,1914	0,1949	0,1719	0,2185	0,2158	0,1709	
Média	0,0764	0,0765	0,0766	0,1663	0,1703	0,1092	0,1522	0,1526	0,1430	0,1845	0,1879	0,1605	0,2177	0,2119	0,1843

Fonte: Autores (2013).

No ambiente aquático pode-se observar diferenças no deslocamento para as distâncias de 10m, 15m, 20m e 25m com valores de 'p' iguais a 0,001, 0,024, 0,001 e 0,001, respectivamente. Apenas a distância de 5m não apresentou diferença significativa ($p = 0,119$). A Tabela 4 apresenta os resultados estatísticos para a comparação das médias entre as bolas.

Tabela 4 - Resultado do teste estatístico de deslocamento em ambiente aquático.

Bola	Valores de p				
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m
Eletrônica x Fut 5	0,001	0,001	0,067	0,001	0,001
Eletrônica x Goalball	0,001	0,001	0,042	0,001	0,001
Fut 5 x Goalball	0,465	0,659	0,969	0,7630	0,491

Fonte: Autores (2013).

V. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Mediante os resultados obtidos, foram identificados vários aspectos e fatores que as pessoas com deficiência visual encontram durante as práticas esportivas e foi retificada a necessidade e a falta de materiais e estruturas adequados para a pessoa com deficiência visual realizar atividades físicas, deixando esta de oportunizar atividades importantes de qualidade de vida e saúde, como: esportes, lazer e recreação, etc.

Em relação ao estudo abordando pessoas com deficiência visual pode-se afirmar que centraliza na percepção sensorial do tato e a audição para buscar alternativas nos produtos esportivos. Por isso, os guizos na bola são essenciais para dar noção de localizá-la, bem como, observou-se que durante o jogo, a plateia assiste em silêncio para não incomodar ou confundir o som que a bola emite. O tamanho, peso e o tipo de material utilizado na cobertura da bola de goalball tem considerável influência, devido a haver muito contato direto das mãos dos atletas.

Existem outros estudos de bolas que estão em processo de avaliação pela IBISA (2013), como de confeccionar com materiais mais leves, ou mesma, a bola de futebol com orifícios. Nestes termos, as comissões desportivas estão em constante estudo buscando melhorias e qualidade nos produtos, assim como, adaptando novos esportes para contribuir na atividade esportiva dos paratletas.

Os resultados, mesmo aplicados como projeto piloto, apontaram a importância da participação dos usuários com deficiência visual no processo de construção e aprimoramento do projeto conceitual do protótipo de bola com dispositivo eletrônico. As informações trazidas pelos mesmos evidenciaram a forma como estes percebem o ambiente que os cercam, indicando as suas necessidades reais para a realização de práticas esportivas.

Ao comparar os resultados, pode-se verificar que no teste em que se avaliou a capacidade de velocidade de reação dos sujeitos não houve diferenças significativas entre eles para perceberem e indicarem o local de onde estavam sendo originados os sons. Confirmando estes resultados Tosim (2008) destaca que este fato é referente ao comportamento dos indivíduos na realização dos testes devido a maior concentração aos estímulos auditivos, o que poderia justificar o melhor desempenho no teste de localização sonora. Corroborando com estes resultados Dias e Pereira (2008) dizem que se trata de um comportamento que envolve o funcionamento eficiente das vias auditivas do sistema nervoso central e do córtex, além de uma adequada sensibilidade auditiva em ambas as orelhas do indivíduo.

Este fato para Morato (1995) corresponde habilidade espacial que representa a capacidade de percepção das referências de posição e orientação dos objetos no espaço e a utilização deste conhecimento na resolução de problemas do cotidiano, ou seja, a capacidade de representação do espaço é adquirida em informações oriundas de diversas modalidades sensoriais, as quais nos permitem a compreensão e as referências de localização no espaço.

Compreende-se que sobre os principais aspectos com relação as limitações impostas pela deficiência visual para a realização de atividades esportivas, os resultados apontam a falta de profissionais qualificados, dificuldades para se locomover, carência de pesquisas na área, medo de serem discriminados, estruturas e materiais inadequados, que são considerados fatores comprometedores para a realização de práticas esportivas voltadas para este público.

O protótipo do modelo de bola com dispositivo eletrônico apresentou aspectos ergonômicos de boa qualidade e baixo custo e uma funcionalidade superior às bolas atuais utilizadas pelas pessoas com deficiência visual. Porém a sua utilização em ambientes aquáticos para a realização de atividades de condução de bola, passe e arremessos ficou comprometida devido a grande circunferência do diâmetro e ao peso elevado.

Com base nas análises realizadas, conclui-se que para a regulamentação de outros esportes como o polo-aquático há a necessidade de novos equipamentos e estratégias de adaptação desta modalidade para a deficiência visual. Essa modalidade poderia usar adaptações advindas da natação e do futebol. Sendo da natação as exigências utilizadas no deslocamento nesse ambiente e do futebol as estruturas, como bandas de proteção lateral utilizando as raias da piscina e a presença de um chamador ou dispositivo eletrônico situado atrás dos gols.

Deste modo, diante dos resultados do projeto piloto, o protocolo de investigação terá algumas alterações e adaptação nos dispositivos utilizados, o qual será a próxima etapa para dar a continuidade da pesquisa, cujo levantamento de informações será aplicado para uma mostra com maior número de participantes, inclusive envolvendo praticantes femininos com deficiência visual para fortalecer

o projeto conceitual dos protótipos de dispositivos esportivos orientado para tecnologia assistiva.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação Esportiva dos Deficientes Visuais do Paraná (AEDV-PR) e de seus participantes pelo pronto atendimento e por compartilhar valiosas informações, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) pelo suporte financeiro.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA. Inclusão social: esporte para deficientes visuais. In: DaCOSTA, L. (Org.) **Atlas do esporte no Brasil: atlas do esporte, educação física e atividades físicas de saúde e lazer no Brasil**. Rio de Janeiro: Shape, 2006.
- AMARAL, S. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano**. Campinas: Editorial Psy, 1996.
- ARAÚJO, D. (Ed.). **O contexto da decisão: A acção táctica no desporto**. Lisboa: Visão e Contextos, 2006, p.2.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Níveis de ruído aceitáveis: **NBR 10152 (NB-95)**. Rio de Janeiro, 1987. p.4.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J.C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil: Porto Alegre, 2008.
- DIAS, W.V.; PEREIRA, S.J.A criança visualmente incapacitada: do nascimento até a idade pré-escolar - a importância da estimulação visual. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 3, p. 8-11, 2008.
- GAVIÃO, J. J. G. A. et al. (Orgs.). **Goalball: invertendo o jogo da inclusão**. Campinas: Autores Associados, 1997, p.1.
- INTERNATIONAL BLIND SPORTS FEDERATION. Members of the International Paralympic Committee (IPC) - **The legitimate representatives of sport for the blind**. Disponível em: <<http://www.ibsa.es/eng/>>. Acesso em: 02 /04/2013.
- MELO, A. C. R.; LÓPEZ, Ramón F. A. O esporte adaptado. **EFDeportes.com (Revista Digital - Buenos Aires)**. V. 8, Nº 51, 2002. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd51/esporte.htm>. Acessado em: 20/03/2012.
- MELO, J. P. de. O ensino da educação física para deficientes visuais. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**. V. 25, n. 3, p. 117-131, 2004.
- Morato, P. A. Cognição espacial. in Barreiros, J. e Sardinha, L. **Percepção e Acção**. Lisboa: Edições FMH, 1995, pp.135-172.
- OKUMURA, M.L.M. **A engenharia simultânea aplicada no desenvolvimento de produtos inclusivos: uma proposta de framework conceitual**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2012.
- OKUMURA, M.L.M; KITA, J. Y. e CANGIOLIERI JUNIOR, O. **A engenharia simultânea no projeto de**

ESTUDO SOBRE BALANÇO ENERGÉTICO

MENDES, M. I. S.; MADUREIRA, A. J. V.; COSTA, J. C. E.; SILVA, C. H. F.;
PORTO, M. A. D.

CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA

miriamisabella@yahoo.com.br; alaise.madureira@cemig.com.br; jcecosta@cemig.com.br;
chomero@cemig.com.br; corelio@cemig.com.br

Resumo - Caracterizados como quadros contábeis que explicitam os fluxos e quantidades de energia que permeiam o sistema econômico e social de uma região, os balanços energéticos surgem como importante fonte de dados para o planejamento energético. Neste sentido, este artigo trata o conceito de balanço energético, o surgimento desse tipo de documento na sociedade, a metodologia utilizada para sua elaboração, as instituições responsáveis por preparar e publicar o estudo em âmbito nacional e internacional, assim como sua participação no desenvolvimento de políticas públicas e o desenvolvimento social. Empregou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica, visando a conhecer a trajetória da produção dos balanços energéticos, seus objetivos e contribuição para o progresso social. Em suma, o artigo conclui que conhecer as fontes energéticas utilizadas e contabilizá-las é essencial para se entender o contexto energético, planejá-lo e construir a sociedade do futuro.

Palavras-chave: Balanço Energético. Setor Energético. Planejamento Energético.

I. INTRODUÇÃO

A atual sociedade tem em sua base a intensa utilização de energia. Entre as principais fontes primárias de energia, ou seja, aquelas formas disponíveis na natureza, poucas oferecem a possibilidade de exploração em grande escala de forma concentrada. Desta maneira, por atender a esse requisito, os combustíveis fósseis se destacaram em termos de aproveitamento energético global. A construção dos sistemas energéticos neste sentido possibilitou a popularização e implantação em larga escala do uso da energia.

Na década de 1970, em decorrência de uma conjuntura política e de questões econômicas, ocorreu a crise mundial do petróleo, quando os países árabes reduziram drasticamente a produção deste energético, tendo como consequências essenciais o surgimento da preocupação ambiental e do conceito de sustentabilidade, assim como a busca por opções energéticas renováveis e eficientes.

O balanço energético surgiu, então, como uma ferramenta para prover informações no sentido de se contabilizar o fluxo de energia primária, fornecendo um retrato de onde se extrai a energia e também onde ela é utilizada. Este retrato, sendo feito periodicamente e mantendo o seu histórico, pode então fornecer uma ilustração de como se comportou este fluxo energético ao

longo do tempo. Tais informações se constituem como a base para organizar e estruturar precisamente o planejamento energético de uma região, que, em última análise, é fundamentado na situação de passado/presente com o intuito de construir ou elaborar um roteiro e então empreender o futuro.

A análise dos cenários energéticos sofre mudanças no decorrer do tempo pela necessidade de uma visão crítica, na tentativa de ponderar sobre panoramas futuros de energia, tecnologias, disponibilidade de recursos, necessidades e restrições da sociedade. Surgem novos tipos de análises, essencialmente fundamentadas no desenvolvimento científico e tecnológico, alcançado pela matemática computacional e teorias econômicas, de forma a entender as relações existentes entre os setores energéticos e demais setores de uma economia.

Baseado em pesquisa bibliográfica correlata, neste artigo procurou-se apresentar o que é o balanço energético, assim como suas aplicações, contextos e objetivos, além de salientar e refletir sobre a sua importância dentro do setor energético.

II. DEFINIÇÃO DE BALANÇO ENERGÉTICO

O balanço energético é uma estrutura de contabilização, geralmente em formato de matriz, na qual todas as formas de energia relevantes são expressas em uma única unidade, especificando os fluxos de energia gerados desde a sua origem, a sua transformação até o seu consumo final, em um determinado espaço socioeconômico e durante um determinado período de tempo (EPE, 2005).

O objetivo maior do balanço energético é apresentar a contabilidade referente à oferta e consumo de energia, fornecendo informações de consumo energético em diversos setores da sociedade (EPE, 2005).

Feitas as consistências e calculadas as estatísticas inerentes ao balanço energético, diferentes análises podem daí ser efetuadas. Em outras palavras, além da apresentação dos dados quantitativos, outras atribuições podem ser associadas ao balanço energético, tais como permitir conhecer a matriz energética de um estado, região ou país, permitir um olhar sobre a dinâmica e as transformações ocorridas na matriz energética, auxiliar na elaboração de cenários e políticas públicas, considerar caminhos

alternativos que contribuam para o desenvolvimento de determinada sociedade.

Ao idealizar um planejamento energético para uma região, estado ou país, o balanço energético surge como ponto de partida para a sua execução, pois é levando em conta o desenvolvimento da base de dados e de sua respectiva análise que se pode identificar as mudanças estruturais ocorridas na demanda e oferta de energia, assim como as possíveis necessidades que o sistema energético venha requerer em sua gestão.

III. PRINCÍPIOS E MÉTODOS DOS BALANÇOS ENERGÉTICOS

O balanço energético proporciona um embasamento estruturado estatisticamente sobre energia, apontando o desempenho e a dinâmica dos fluxos de energia, configurando uma base para estudos, gerenciamento e avaliação das condições futuras do meio energético (EPE, 2005).

Neste sentido, computar os dados de forma precisa, com informações coerentes e consistentes, a metodologia, a maneira de ser estruturado, assegurando que todas as formas de energia sejam contabilizadas dentro do balanço, são os pontos chave para que seja efetiva a sua atuação. Elaborado desta forma, o balanço energético permite a análise conjuntural juntamente com a criação de ações para o desenvolvimento de tecnologias visando à eficiência energética, minimizando desperdícios e impactos ambientais e visando ao atendimento às necessidades e serviços demandados pela sociedade, assim como o seu devido desenvolvimento (ABREU *et al.*, 2010).

Assim sendo, para a elaboração do balanço energético, padrões estabelecidos por instituições como a Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency – IEA*), especializada no assunto, devem ser seguidos, a fim de nortear a realização do trabalho (PEDERNEIRAS, 2007).

A seguir, apresentam-se as principais diretrizes que devem ser metodologicamente seguidas e adequadas durante a preparação do balanço energético.

3.1 Unidades

Geralmente, os múltiplos energéticos existentes são quantificados em suas unidades naturais ou comerciais, ponderando a condição física em que o energético se encontra, no intuito de facilitar o procedimento de medição.

Há uma extensa lista de unidades nas quais se podem classificar os energéticos. Por exemplo, a energia elétrica é medida em kWh; já a gasolina, é quantificada em litros.

Essa variedade de unidades, porém, não permite que seja realizada uma comparação direta entre os diferentes tipos de energéticos contabilizados. Já que a pretensão dos balanços energéticos é exibir em apenas uma matriz os fluxos de distintas formas de energia, faz-se necessária a adoção de uma única medida, uma unidade comum para as diferentes fontes, de maneira que facilite o uso e apresentação do balanço energético (PEDERNEIRAS, 2007).

A escolha desta unidade em comum deve atender alguns requisitos tais como a harmonia com o Sistema Internacional de Unidades, a expressão da realidade física que representa a relação com o energético mais importante do momento (PEDERNEIRAS, 2007).

Quando se começou a realizar os balanços energéticos, o carvão mineral era o principal energético daquela época e a unidade comum adotada era referenciada nele, usando-se a tonelada equivalente de carvão. Como nos dias atuais o petróleo é o energético de maior representatividade, a unidade padronizada para os balanços é a tonelada equivalente de petróleo (tep) (PEDERNEIRAS, 2007).

Uma questão fundamental a ser observada é considerar o poder calorífico do energético de referência, no caso, o petróleo, ao converter a unidade natural do energético para a unidade padrão. Atualmente é adotado o valor de 10.000 kcal/kg para o poder calorífico do petróleo bruto (PEDERNEIRAS, 2007).

Há também de se atentar para a quantidade de algarismos utilizados, para que não se cometam discrepâncias, como em decorrência do uso de poucos dígitos, correndo-se o risco de erros significativos; por outro lado, o uso de muitos dígitos pode levar à confusão e dificuldades no manuseio, manipulação e apresentação dos dados (PEDERNEIRAS, 2007).

3.2 Qualidade e disponibilidade dos dados

A disponibilidade de dados estatisticamente detalhados e confiáveis das fontes energéticas é um fator externo à construção metodológica do balanço energético; entretanto, ela é fundamental para a sua elaboração. A falta desses dados pode impedir a execução dos balanços e a sua consistência no sentido de refletir a realidade, comprometendo a sua utilização em análises e estudos de planejamento energético ou elaboração de cenários prospectivos.

Com a dificuldade de aquisição das informações energéticas para a realização dos balanços, torna-se necessário o uso de estimativas e aproximações. Para tal, são considerados parâmetros como tendências de comportamento de elementos do sistema energético ou a partir de indicadores indiretos das atividades de consumo, juntamente com uma importante etapa de análise de consistência. Ao trabalhar com essas aproximações e estimativas, faz-se necessário que estes artifícios sejam mencionados nas publicações dos balanços energéticos, de maneira que os seus usuários possam fazer sua própria avaliação das técnicas e métodos empregados e da credibilidade das informações (EPE, 2005).

Tem-se de considerar também o fato de que, no Brasil, não existe um sistema interligado de informações sobre as diversas formas de energia, limitando assim a disponibilidade de dados para a construção do balanço energético (EPE, 2005).

Portanto, esta é uma questão que deve ser trabalhada constantemente e com determinação, para que sejam amenizadas as carências e os estudos energéticos sejam cada vez mais completos e representativos.

3.3 Estrutura Fundamental

Um balanço energético retrata os fluxos de energia que compõem um sistema energético. Para que a descrição desses fluxos possa ser apresentada de forma coesa, considerando a diversidade de fontes energéticas existentes, é necessário que sejam instituídos pontos de contabilização ao longo da cadeia energética, observando desde a extração da fonte até o seu consumo final (EPE, 2005).

A técnica de composição de um balanço energético estabelece quatro etapas fundamentais nas quais são contabilizados os fluxos no decorrer da cadeia energética. São elas: energia primária, transformação, energia

secundária e consumo final (EPE, 2005), conforme ilustrado na Figura 1.

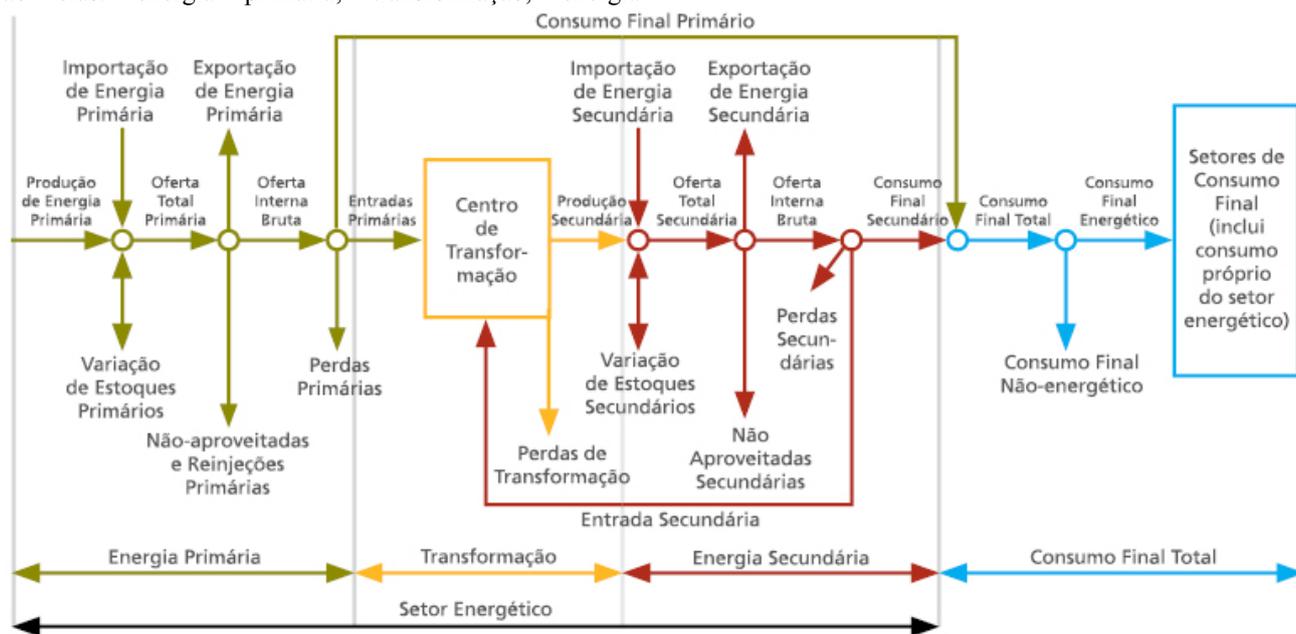


Figura 1 – Cadeia Energética do BEN
Fonte: EPE, 2013

A energia primária abrange os processos de produção, importação e exportação de fontes primárias e compreende também as variações de estoques, não aproveitamentos e reinjeção e perdas ocorridas. É caracterizada pelos produtos vindos da natureza na sua forma original, podendo ser de três origens: fóssil (petróleo, carvão mineral, gás natural), renovável (energia eólica, energia solar, energia hidráulica) e nuclear (urânio – U_3O_8).

A etapa de transformação compreende os fluxos em que fontes primárias de energia são transformadas em fontes secundárias de energia, e também fontes secundárias de energia são transformadas em outras novas fontes secundárias de energia. A transformação abrange os centros de transformação onde toda a energia que entra, seja ela primária ou secundária, é convertida em uma ou mais formas de energia secundária, com suas respectivas parcelas de perdas de transformação e variações de estoques (BEN, 2013). Os centros de transformação são as refinarias de petróleo, plantas de gás natural, usinas de gaseificação, coqueiras, ciclos de combustível nuclear, centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras, carvoarias e destilarias, entre outras (EPE, 2005).

A energia secundária compõe-se por todos os fluxos de fontes secundárias de energia, constituídas por produtos energéticos obtidos em processamento nos diferentes centros de transformação, além das importações, exportações, perdas e não aproveitamentos. São considerados como fontes secundárias de energia óleo diesel, óleo combustível, gasolina, GLP, nafta petroquímica, querosene, gás natural, coque de carvão mineral, eletricidade, carvão vegetal, etanol, entre outros.

Por fim, o consumo final abrange os fluxos de energias primária e secundária que estão disponíveis para serem consumidas pelos diferentes setores da economia, de forma

a atender todas as necessidades das diferentes atividades, representando o consumo final de energia (EPE, 2013).

O fluxo dos variados recursos energéticos é representado pela Oferta Interna de Energia, dado por: (+) produção, (+) importação, (+/-) variação de estoques, (-) exportação, (-) não aproveitada e (-) reinjeção, sendo que as operações com sinal positivo agregam energia ao fluxo e as com sinal negativo retiram a energia do fluxo (EPE, 2013). O saldo dessas operações corresponde à energia disponível para ser transformada e consumida diretamente por determinado país, estado ou região (LUZ, 2011).

A seguir, são definidas as principais atividades que estão envolvidas nas operações para obtenção da Oferta Interna Bruta de Energia (EPE, 2005; EPE, 2013):

- *Produção* é a quantidade de energia primária obtida a partir das fontes fósseis, renováveis e nuclear. A matriz referente à produção de energia secundária não apresenta qualquer tipo de informação, pois toda forma de energia secundária é derivada de alguma transformação. Portanto, a produção de energia secundária é descrita somente na matriz de transformação do balanço.
- *Importação* é definida como a quantidade de energia primária e secundária vinda do exterior.
- *A Variação nos Estoques* é a diferença entre o estoque inicial e o final de cada período a que se refere o balanço. O aumento no estoque, representado com sinal negativo, corresponde à diminuição na oferta de energia. Logo, a redução nos números de estoque, representada com sinal positivo, corresponde ao aumento na oferta de energia.
- *A Oferta Total* baseia-se no cálculo do somatório das atividades de produção, importação e a quantidade

de variação que ocorreu nos estoques durante determinado período.

- A *Exportação* é definida como a quantidade de energia primária e secundária expedida para o exterior, o que diminui a oferta interna de energia.
- *Energia Não Aproveitada* se caracteriza como a quantidade de energia que, por motivo técnico ou econômico, não é utilizada.
- A *Reinjeção de Energia* representa a quantidade de gás natural que é reinjetado de volta ao processo.
- As *Perdas* ocorrem durante as atividades de produção, transporte, distribuição e armazenamento de energia.
- *Consumo Final Não Energético* é a quantidade de energia contida em produtos que são utilizados em diferentes setores para fins não energéticos.
- *Consumo Final Energético* é aquele contabilizado como consumo final dos setores energético, residencial, comercial, público, agropecuário, transportes, industrial e consumo não identificado, este correspondendo ao consumo que, pela natureza da informação, não pode ser classificado em nenhum dos setores descritos anteriormente. Enfim, essa linha de operações é uma das mais importantes do balanço energético, juntamente com as operações de total de energia transformada e consumo total de energia (LUZ, 2011).

O balanço energético é apresentado em uma estrutura matricial, de linhas e colunas (PEDERNEIRAS, 2007). As linhas do balanço energético registram as operações, as atividades para as quais os recursos energéticos foram designados desde a sua origem até o seu destino final. As colunas indicam as fontes e formas de recursos energéticos utilizados, variando em função do tipo de balanço, das características dos espaços geográficos e temporais a que se referem, assim como das informações que se aspira oferecer (EPE, 2005).

A escolha dos energéticos e dos setores de atividades econômicas deve resultar de uma decisão entre a disponibilidade de informações e a utilidade delas ao público para o qual será direcionado o balanço energético. A composição das linhas e das colunas, a definição das operações, a busca do equilíbrio entre a clareza e a forma coesa e prática de representação do quadro contábil entre a abundância de informações e a legibilidade de um balanço são questões vivas e permanentes na discussão sobre a sua edificação. Nesse sentido, as saídas tomadas irão definir os limites dos saberes que poderão ser extraídos dessa ferramenta de planejamento e análise (LUZ, 2011).

É importante destacar que a estrutura básica da matriz do balanço energético sofre modificações conforme ocorrem as mudanças no cenário econômico e energético. Nos tempos atuais, são crescentes a presença e o uso das fontes alternativas de energia, conquistando espaço na pesquisa, desenvolvimento de tecnologias e no mercado consumidor. Logo, ao contabilizar o uso de novas fontes, as matrizes dos balanços energéticos também devem ser adaptadas para tal, o que mostra que esta não é uma ferramenta estática e que é vital para alcançar o objetivo a que se propõe estar em constante transformação e desenvolvimento.

IV. BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

O Balanço Energético Nacional (BEN) existe há quase quatro décadas publicando a contabilidade referente à oferta e consumo de energia no Brasil, detalhando a energia de maneira primária e secundária, esboçando as atividades de produção, estoques, exportação, importação, transformação, distribuição e consumo nos setores econômicos (EPE, 2005).

Sendo o mais tradicional documento do setor energético brasileiro, o BEN é de suma importância para as atividades de planejamento do sistema energético nacional, pois reúne, através de séries históricas, as principais operações de fluxos de energia no País, assim como dados de reservas e capacidades instaladas (EPE, 2013).

Assim sendo, conhecer sua origem, maneira de elaboração, metodologia e benefícios de seu resultado torna-se bastante significativo para que a história energética do Brasil seja entendida.

4.1 Histórico do Balanço Energético Nacional

No Brasil, um país em desenvolvimento, a crise do petróleo de 1973 trouxe impactos evidentes, como a queda no Produto Interno Bruto (PIB) e o aumento da dívida brasileira tornou-se inevitável, acarretando em impactos econômicos e sociais.

Com o objetivo de fortalecer o sistema de investigação de dados sistemáticos e conferências de informações energéticas, em 1975, o Ministério de Minas e Energia (MME) começou a desenvolver esforços que resultaram na criação do BEN, no ano de 1976. Esse primeiro documento registrou o consumo energético de todo o país durante os dez anos anteriores e também projetou tal consumo para os dez anos subsequentes (EPE, 2005). O Balanço Energético de 1976 e até o ano de 1978 foi elaborado sob a coordenação da Secretaria Geral do Ministério de Minas e Energia e realizado por equipes de trabalho constituídas por representantes de entidades vinculadas ao MME (EPE, 2005). Em 1978 foi criado o COBEN (Comitê Coordenador do Balanço Energético Nacional). Este comitê passou a ter regime de trabalho permanente e era o responsável pela execução do BEN (BAJAY *et al.*, 1992).

Entre os anos de 1980 e 1992, ainda elaborado pelo COBEN, as informações obtidas para o BEN eram formatadas pelos chamados agentes fornecedores, como Petrobras e Eletrobras. De 1993 a 1998, esses agentes fornecedores não mais editavam os dados coletados e as atividades de elaboração do BEN começaram a migrar para o Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, órgão vinculado à Secretaria Geral do Ministério de Minas e Energia (EPE, 2005). No ano de 2003, o BEN adotou ainda mais critérios semelhantes e aderentes aos dos balanços propostos pela Agência Internacional de Energia (IEA), Organização Latino-Americana de Energia (OLADE) e Departamento de Energia dos Estados Unidos (EPE, 2005).

Depois do episódio do racionamento de energia elétrica no Brasil em 2001 e diante da carência de um planejamento efetivo no segmento energético para o País, foi criada em 2004 a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, constituída como uma entidade independente. O objetivo ao criar a EPE foi direcionar a prestação de

serviços no campo de estudos e pesquisas para auxiliar no planejamento do setor energético (EPE, 2005).

Desde então, o Balanço Energético Nacional vem sendo realizado pela EPE, direcionando os estudos e pesquisas e norteando o planejamento energético do País. Os estudos de planejamento energético nacional de curto e médio prazo, constituído pelo Plano Decenal de Energia (PDE) com atualização anual, e o estudo de planejamento de longo prazo, fornecido pelo Plano Nacional de Energia 2030, também são elaborados e editados pela EPE, fornecendo as diretrizes para a construção do sistema energético nacional e também subsidiando a execução dos leilões de empreendimentos energéticos.

4.2 Fontes de Dados

A seguir estão algumas das empresas e/ou entidades que atuam de maneira direta ou indireta como fontes de dados para execução do BEN:

Tabela 1- Fontes de dados do Balanço Energético Nacional

FONTE ENERGÉTICA	FONTES DE DADOS
Petróleo, Gás Natural e Xisto	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), companhias distribuidoras de derivados, entidades de classe e grandes indústrias.
Energia Hidrelétrica e Eletricidade	Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás), concessionárias de energia elétrica, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Sistema de Informações de Mercado para o Planejamento do Setor Elétrico (SIMPLES / EPE), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), grandes indústrias.
Lenha e Carvão Vegetal	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), grandes indústrias, mineradoras, Projeto Matriz Energética Brasileira – MEB / MME / IPEA.
Cana de Açúcar, Álcool e Bagaço de Cana	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entidades de classe, indústrias do setor, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).
Energia Nuclear	Indústrias Nucleares do Brasil (INB), Centrais Elétricas Nucleares do Brasil (Eletronuclear).
Gás de Cidade e Gás de Coqueria	Concessionárias distribuidoras de gás canalizado, usinas siderúrgicas.
Autoprodutores	Pesquisas diretas junto às empresas de diversos setores, como petróleo, cimento, siderurgia, ferro-ligas, alumínio, alumina, química, papel e celulose, açúcar e álcool, mineração, alimentos e bebidas e têxtil.

Fonte: BEN, 2013

4.3 Balanços Energéticos Estaduais

Apesar dos incentivos para promover a elaboração dos balanços energéticos estaduais, como a formação de equipes de trabalho pela Secretaria Geral do Ministério de Minas e Energia que prestassem apoio técnico em cada estado da

Federação, ainda não foram todos os estados que aderiram ao processo de elaboração desse documento. (EPE, 2005).

Somente 13 estados brasileiros elaboram e publicam o seu balanço energético, sendo eles: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Na Região Norte nenhum estado produz o balanço. Para que o Brasil caminhe em direção a uma cobertura total dos dados energéticos do País desagregados por Estado, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas direcionadas para a atividade, possibilitando uma integração e contribuição tanto para a execução dos balanços estaduais como para a execução do Balanço Nacional.

Cabe ressaltar que o BEN elaborado pela EPE independe dos dados fornecidos pelos balanços estaduais. *A integração dos dados dos balanços energéticos estaduais não seria útil para fazer uma análise de consistência dos dados obtidos no BEN, pelo menos quanto à ordem de grandeza e sinal?*

4.4 Balanço Energético de Minas Gerais

O Balanço Energético do Estado de Minas Gerais (BEEMG) é elaborado pela CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), através da Superintendência de Tecnologia e Alternativas Energéticas, e coordenado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (SEDE) (CEMIG, 2012).

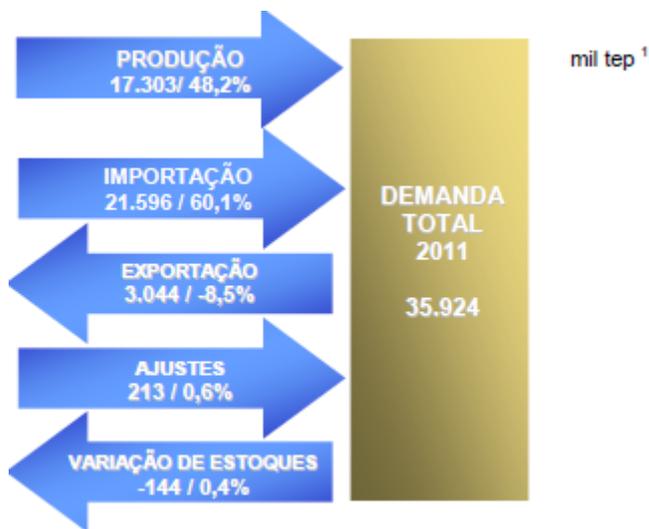
O BEEMG já alcançou a marca de 27 edições consolidando dados energéticos em sua série histórica desde o ano de 1978 (CEMIG, 2012).

Apresentando dados sobre a matriz energética estadual, o BEEMG atua de forma a documentar e direcionar as políticas e programas voltados às questões energéticas, visando ao desenvolvimento sustentável (CEMIG, 2012).

A seguir será apresentado um extrato do BEEMG 2012 – Ano Base 2011, publicado em 2013 (CEMIG, 2013).

Na Figura 2 é apresentado o balanço energético global de Minas Gerais, que representa 13,1% da demanda energética nacional.

Pela Figura 3 é possível constatar que o Estado é um grande consumidor de energia fóssil. Entretanto, as componentes renováveis se apresentam de forma significativa nos derivados de cana-de-açúcar, hidroeletricidade e em especial na lenha. A importância da lenha no Estado é explicada pela intensa utilização deste energético para a produção de carvão vegetal, que por sua vez substitui o coque de carvão mineral como energético e redutor no processo siderúrgico, assegurando uma elevada participação da energia renovável na matriz, conforme apresenta a Figura 4. Vale ressaltar que é possível verificar oportunidades de diversificação e atuação por políticas e ações de planejamento. Um exemplo disso é o desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento de gases residuais do processo siderúrgico, visando a tornar a matriz energética mais limpa e eficiente.



¹ Tonelada equivalente de petróleo.

Figura 2 – Balanço energético global em Minas Gerais

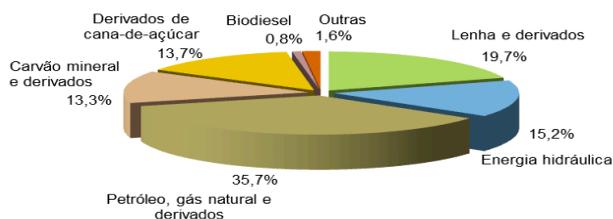


Figura 3 – Demanda por fonte

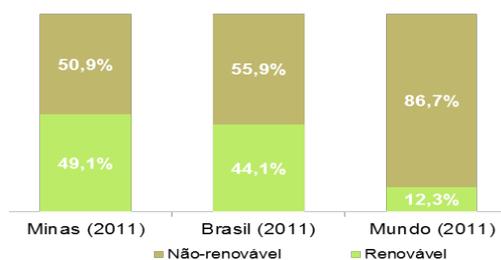


Figura 4 – Estado de Minas Gerais, o Brasil e o mundo em termos de energia renovável

Já a Figura 5 apresenta o consumo energético por setor, evidenciando o forte consumo industrial. Também no sentido de se utilizar os dados do balanço é possível explorar oportunidades de eficiência energética, focando no desenvolvimento de tecnologias e ampliação da capacidade e intensidade energética, levando os sistemas energéticos numa direção de melhoria em seu desempenho ambiental e econômico.

A Figura 6 traz um exemplo de série histórica possível de ser obtida pelo estudo periódico dos fluxos energéticos. Sem muito esforço, é possível verificar a queda de produtividade, em função de acontecimentos econômicos e políticos, como por exemplo, as crises mundiais, assim como se verifica o impacto de inovações tecnológicas, como, por exemplo, a ampliação da produção de derivados de cana-de-açúcar essencialmente em função da flexibilidade de combustível em veículos.

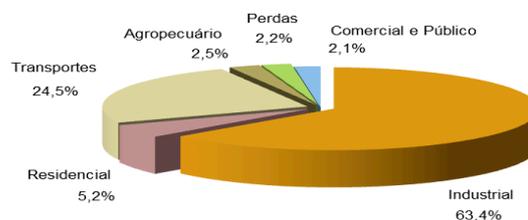


Figura 5 – Consumo por setor

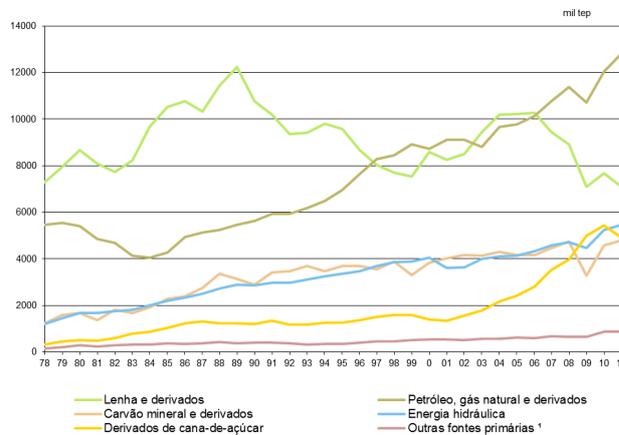


Figura 6 – Evolução do sistema energético de Minas Gerais

V. BALANÇO ENERGÉTICO NO MUNDO

No mundo, o balanço energético é realizado por grandes e renomadas instituições, como a Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency – IEA*), o Departamento de Energia e Mudanças Climáticas (*Department of Energy & Climate Change – DECC*), do Reino Unido, a Eurostat – órgão oficial de estatística da Comunidade Europeia – e a Organização Latino-Americana de Energia (OLADE) (PEDERNEIRAS, 2007).

O propósito dos balanços energéticos em âmbito mundial é contabilizar os fluxos energéticos de forma globalizada. Adicionalmente, diferentes países podem ser comparados quando seus balanços são calculados usando a mesma metodologia e o setor de transformação pode ser conferido pelas entradas e saídas dos insumos, o que é um bom controle de qualidade.

As edições globalizadas dos balanços energéticos têm como metas básicas:

- Entender, em detalhes, a estrutura do setor energético;
- Melhorar a relevância de estatísticas de energia, fornecendo informações completas sobre a situação energética em cada território;
- Prover informações completas sobre oferta e demanda de energia, de modo a compreender a segurança energética e o funcionamento efetivo dos mercados de energia;
- Determinar os usos competitivos e não competitivos de cada recurso energético, a fim de promover processos de substituição sempre que for necessário;
- Servir como ferramenta de qualidade para garantir a coerência das estatísticas básicas;
- Criar bases apropriadas que conduzirão ao aprimoramento e sistematização das informações energéticas;
- Garantir meios de comparação das informações entre diferentes anos e entre diferentes países;
- Estabelecer bases para estimar as emissões de CO₂;

- Avaliar a dinâmica do sistema energético em concordância com a economia de cada país, determinando as principais relações econômico-energéticas entre os diferentes setores da economia;
- Ser utilizado para permitir previsões e perspectivas em curto, médio e longo prazos;
- Contribuir para estudos energéticos de todo o mundo.

Enfim, tais balanços energéticos permitem visualizar como a energia é produzida, exportada ou importada, transformada e consumida pelos setores econômicos, proporcionando um diagnóstico da situação energética em nível mundial, tornando-se uma ferramenta que facilita e viabiliza o planejamento global de energia.

A seguir estão descritas as principais instituições internacionais atuantes na produção de balanços energéticos.

5.1 Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), cuja sede fica em Paris, é uma organização internacional fundada em dezembro de 1961, onde os governos de 34 democracias trabalham juntos para enfrentar desafios econômicos, sociais e ambientais da globalização (OECD/IEA, 2005).

A OCDE também é pioneira nos esforços para ajudar os governos diante de novos desenvolvimentos e preocupações, tais como governança corporativa, a economia da informação e os desafios do envelhecimento da população. A organização oferece um ambiente onde os governos podem comparar experiências de política, procurar respostas para problemas comuns, identificar boas práticas e trabalhar as políticas nacionais e internacionais (OECD/IEA, 2005).

5.2 Agência Internacional de Energia (IEA)

A Agência Internacional de Energia (IEA) é um organismo autônomo no âmbito da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), criado em 1974 com o objetivo de instalar um programa de energia internacional (OECD/IEA, 2005).

A IEA desenvolve um amplo programa de cooperação energética entre 26 dos 34 países que compõem a OCDE.

A necessidade de políticas de longo prazo e clareza das informações, a fim de que os estudos sobre os sistemas energéticos dos países se desenvolvessem e levassem aos resultados desejados, resultou na elaboração dos primeiros balanços energéticos publicados pela IEA (PEDERNEIRAS, 2007).

A agência conta com uma equipe de cerca de 190 colaboradores, principalmente especialistas na área da energia entre os seus países membros, e realiza um vasto programa de investigação energética, reunião de dados, publicações e divulgação pública das políticas energéticas mais recentes, além de análises e recomendações sobre as boas práticas (OECD/IEA, 2005).

5.3 Eurostat

A Eurostat é o órgão que presta o serviço de estatística da Comunidade Europeia desde 1953, para atender requisições da Comunidade do Carvão e do Aço (OECD/IEA, 2005).

Sua principal tarefa é fornecer dados estatísticos à União Europeia que admitam comparações entre países e regiões. Os dados coletados pelos países membros são consolidados e compatibilizados pela Eurostat e, para garantir a disponibilidade destes, a instituição organiza publicações para os mais diversos tipos de usuários (PEDERNEIRAS, 2007).

5.4 Organização Latino-Americana de Desenvolvimento de Energia (OLADE)

Também foi criada no contexto da crise do petróleo, como resultado de intensa mobilização política dos países da América Latina e do Caribe que culminou, em 1973, na assinatura da Convenção de Lima, documento que fundou a organização (OLADE, 2013).

Com a criação da OLADE, estabeleceu-se um mecanismo de cooperação entre os países da região para desenvolver seus recursos energéticos e os aspectos relativos à sua utilização de maneira eficiente e racional, colaborando para o desenvolvimento econômico e social da América Latina e do Caribe (OLADE, 2013).

Enfim, a OLADE é uma organização de apoio político e técnico, através do qual os seus países membros unem esforços para realizar a integração energética regional, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a eficiência energética (OLADE, 2013).

5.5 Divisão de Estatística das Nações Unidas (UNSD)

A Organização das Nações Unidas foi estabelecida em 1945, com o intuito de preservar a paz mundial entre os países (PEDERNEIRAS, 2007). A Divisão de Estatística das Nações Unidas está inserida na Divisão de Desenvolvimento Econômico e Social (UNDESA) e tem como função a coleta, o processamento e a propagação de informação estatística, bem como a sua normalização em questão de métodos e classificações (PEDERNEIRAS, 2007).

Para que possa agir, a ONU administra um centro mundial de informações a respeito de comércio internacional, contas nacionais, energia, indústria, meio ambiente, transporte e estatísticas sociais e demográficas obtidas através de fontes nacionais e internacionais (PEDERNEIRAS, 2007).

Ressalta-se também o trabalho desenvolvido em conjunto entre a AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica), ONU (mais precisamente, a UNDESA), a IEA, Eurostat e AAE (Agência Ambiental Europeia), resultando na base consolidada de indicadores energéticos denominados ISED (Indicadores para Desenvolvimento da Energia Sustentável). Trata-se de indicadores que permitem o desenvolvimento de ações no sentido de alcançar os objetivos do processo de planejamento do desenvolvimento sustentável, de uma forma unificada (PEDERNEIRAS, 2007).

VI. CONCLUSÃO

O planejamento para o setor energético é de fundamental importância para garantir o abastecimento e o suprimento de energia contínuo, visando ao menor custo e impactos mínimos ao meio ambiente e à sociedade em geral. A sua ausência ou inadequação podem causar severas consequências ao cenário econômico, como elevação de

tarifas, racionamentos da capacidade instalada, produção ineficiente entre outros.

Para que seja possível executar um planejamento energético eficaz, faz-se necessário conhecer e contabilizar a matriz energética de dado país. Esta é a função do balanço energético, permitir o conhecimento das fontes energéticas utilizadas nos diversos setores econômicos da sociedade e contabilizá-las, de forma a proporcionar o desenvolvimento de análises e políticas direcionadas ao setor energético.

No Brasil, o Balanço Energético Nacional consolidou-se como uma referência para estudos na área energética, entretanto o país ainda carece de balanços desagregados a nível estadual, que poderiam fornecer importantes informações para o planejamento regional. A criação de um sistema integrado de informações energéticas, aliado a políticas públicas de incentivo, pode contribuir para aumentar a disponibilidade de dados energéticos, um dos principais limitantes para a elaboração dos balanços.

Portanto, a execução do balanço energético deve ser incentivada, pois, além de retratar a matriz energética de determinada região, é uma ferramenta para o planejamento, cujo objetivo maior é promover o desenvolvimento economicamente viável, ambientalmente sustentável e socialmente justo.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Y. V. DE *et al.* **Energia, Sociedade e Meio Ambiente**. Palmas, 2010. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2010/Artigos%20de%20Periodicos/Yolanda%20Abreu%20Brasil%208%20julho2010.pdf>>. Acesso em: 23 de jul. 2013.
- BAJAY, S. V.; BARONE, J. C. **Otimização do Uso de Balanços Energéticos no Planejamento Energético Regional**. Revista Brasileira de Energia, v. 2, n. 1, 1992. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sbpe.org.br%2Fsocios%2Fdownload.php%3Fid%3D36&ei=E8wXUqGEIIOs9ASurYDABA&usg=AFQjCNGV5YI222MqaJ99cJ3nT_uSBFi9Lg&bvm=bv.51156542.d.cWc>. Acesso em: 25 de jul. 2013.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional (BEN)**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013>. Acesso em 19 de ago 2013.
- CEMIG. **26º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais (BEEMG)**. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/ptbr/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/26BEEMGcc.pdf>. Acesso em: 22 de ago. 2013.
- CEMIG. **27º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais (BEEMG)**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/27%20BEEMG%20vers%C3%A3o%20final.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 2014.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Procedimentos de Elaboração de Balanços Energéticos**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/conteudo/download/PE_Procedimentos_Elaboracao.pdf>. Acesso em: 19 de ago. 2013.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (OECD/IEA). **Energy Statistics Manual**. França, 2005. Disponível em: <http://www.iea.org/stats/docs/statistics_manual.pdf>. Acesso em: 19 de set. 2013.

- LUZ, T. J. DA. **Estudo Comparativo entre o Balanço Energético Nacional e os Balanços Estaduais**. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/204.pdf>>. Acesso em: 08 de ago. 2013.
- OLADE. **Olade**. Disponível em: <<http://www.olade.org/>>. Acesso em: 23 de set. 2013.
- PEDERNEIRAS, F. L. **Padronização metodológica de balanços energéticos e seu impacto no uso de indicadores**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/mpederneirasfl.pdf>>. Acesso em: 18 de out. 2013.

VIII. COPYRIGHT

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



A VISÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL DOS DEPUTADOS FEDERAIS GAÚCHOS

GABRIELA TORRES MATTOS¹; CLÓVIS CAMPOS ALT²

1 – GRADUADA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS; 2 – PROFESSOR ADJUNTO DO DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA E GENÉTICA DA UFPEL
gastgabi@yahoo.com.br

Resumo - O presente trabalho retrata a percepção dos deputados federais do Estado do Rio Grande do Sul sobre a inclusão da disciplina de ciências ambientais em todos os cursos universitários. A temática ambiental esta cada vez mais inserida no cotidiano e, portanto, abordar este tema na academia como disciplina obrigatória significaria atribuir a cada profissional uma responsabilidade ambiental. Inserir esta disciplina, ciências ambientais, em todos os cursos universitários fará com que os acadêmicos compreendam melhor o ambiente onde vivem para, então, poder participar de maneira mais consciente e efetiva. Para conhecer a opinião dos trinta e um deputados federais gaúchos foi enviado e-mails solicitando a opinião dos mesmos. Esta temática deve ser permanente em todos os círculos da sociedade, debatê-la dentro da universidade fará com que os futuros profissionais ao desenvolverem suas atividades difundam as ideias aprendidas na instituição e desta forma, contribuam de maneira transformadora na sua comunidade.

Palavras-chaves: Ciências Ambientais. Parlamentares. Universidade.

I. INTRODUÇÃO

A educação ambiental é uma temática constante em qualquer meio social e a partir da década de 1960 tem sido cada vez mais recorrente sua abordagem.

O despertar ambiental foi causado pelo livro da Bióloga Marinha, ecologista e escritora americana Rachel Carson, Primavera Silenciosa, que fez com que o mundo se perguntasse como a natureza estava percebendo e reagindo, principalmente, com o uso indiscriminado de pesticidas. Desde então, inúmeras conferências de caráter ambiental estão sendo realizadas com participações de várias nações.

Em meados dos anos 80 o renomado ecologista Eugene Odum conseguiu instituir na Universidade da Geórgia (EUA) a disciplina de ecologia em todos os cursos universitários, a disciplina que era ministrada no final do curso, durante pelo menos um semestre, atribuía a cada profissional ali formado uma dimensão ecológica de sua profissão.

No Brasil, ocorreu a Eco-92 que contou com a presença de vários países, gerou a Agenda-21 e que teve como um dos seus palestrantes o educador Paulo Freire, mostrando que a educação ambiental estava presente em um evento tido como exclusivamente ecológico.

As inúmeras conferências em que os chefes de Estado participam e acabam assinando leis e metas que não podem e/ou não conseguem cumprir impedem um mundo mais sustentável. A população desinformada sofre as consequências de uma política mal feita, com catástrofes ambientais e o desequilíbrio da natureza.

A educação ambiental é trabalhada nas escolas de forma transversal, como sugere os PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais), porém são poucos os professores que a inserem em sala de aula. O tema meio ambiente não é trabalhado por alguns professores por não terem conhecimento, não sabem como abordar o tema dentro da sua disciplina e, simplesmente uma temática que deveria permear todas as matérias acaba sendo destinado somente para o professor de ciências e/ou biologia.

A implantação de uma lei que determine uma disciplina como obrigatória em todos os cursos depende de uma determinação do MEC (Ministério da Educação) ou através da força popular que faça com que algum deputado federal se sensibilize e proponha uma alteração na lei. O trabalho em questão teve como objetivo geral conhecer a percepção dos deputados federais a respeito da inclusão de uma disciplina obrigatória em todos os cursos universitários denominada ciências ambientais, embora a ideia inicial seja a inserção da mesma, o trabalho fará apenas uma reflexão das respostas dos parlamentares. Vale ressaltar que a intenção maior deste trabalho não é fazer uma classificação entre os políticos muito menos entre os partidos, e sim demonstrar e sensibilizar os mesmos quanto à importância de se ter uma disciplina de caráter ambiental dentro da universidade.

Os jovens de todos os cursos poderiam debater um tema em comum e assim junto criar soluções que minimizem a crise ambiental atual, pois é de conhecimento comum que só cuidamos e preservamos aquilo que é considerado por nós de valor, então como vamos cuidar e respeitar o ambiente em que vivemos se não o conhecemos. As universidades a partir do momento que tiverem em seus currículos a disciplina de ciências ambientais serão capazes de formar cidadãos que ao desempenharem suas atividades profissionais estejam preocupados com o ambiente que os cerca e o profissional educado ambientalmente difundirá estas ideias em casa e no trabalho.

A educação ambiental pode ser entendida segundo a lei federal 9.795/99 como os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente. Porém o mundo todo acreditou durante muito tempo que os recursos naturais seriam inesgotáveis. Somente com a publicação do livro “Primavera Silenciosa” (1962) de Rachel Carson o mundo começou a ter preocupações ambientais, seu livro deu início a uma verdadeira revolução em defesa do meio ambiente e no ano de 2006, o jornal britânico The Guardian escolheu Rachel Carson como uma das pessoas que mais contribuíram para a defesa do meio ambiente (FONTES, R, J, C.; 2011)

Em 1969 o homem vai à lua e pode observar a Terra de lá e ter uma dimensão do todo. Como exemplificam ODUM e BARRET (2008, p. 3): “Pela primeira vez na história humana fomos capazes de ver o planeta inteiro e de perceber o quão solitário e frágil ele paira no espaço.”

Através da Resolução nº. 48, de 27 de abril de 1976, como consequência do movimento ambientalista ocorrido em todo o mundo, é instituída no Brasil a disciplina de ciências ambientais em todos os cursos de engenharia.

Em 1988 é feita em nosso país a constituição da República que em seu artigo 225 inciso VI (Constituição da República) determina que o poder público tenha que promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. Esse fato demonstra que os governantes do nosso país estão em tese preocupados com o meio ambiente, pois reservam um capítulo exclusivo para o tema.

Em 1991 o MEC decreta a Portaria n. 678 que determina que a educação escolar devesse contemplar a Educação Ambiental permeando todo o currículo dos diferentes níveis e modalidades de ensino. (BRASIL, Políticas da melhoria da qualidade da educação, 2011).

Em 1992 aconteceu um evento no Rio de Janeiro conhecido como Eco-92 ou Rio-92 onde estiveram representadas várias nações, civis e participantes de ONG’s, representando desta forma um marco na educação ambiental.

Após cinco anos do acontecimento histórico que marcou o país e o mundo é realizado na Grécia outro evento de cunho ambiental que considera insuficiente os progressos realizados desde o evento da ECO-92. (BRASIL, Os diferentes matrizes da Educação Ambiental, 2008). Neste mesmo ano é instituído nos PCN’s (Parâmetros Curriculares Nacionais) a educação ambiental como tema transversal.

Atualmente, a lei nacional que trata da educação ambiental é a PNEA (Política nacional de educação ambiental) sob o número de 9.795 criada em 1999 e que se baseia principalmente na Conferência de Tbilisi (1977), portanto atribui uma dimensão ambiental sendo negada uma visão mais específica sobre meio ambiente.

As preocupações ambientais que tiveram início na década de 60 impulsionaram uma legislação mais coerente com o pensamento da população que se demonstrava preocupada com o meio ambiente.

No ambiente acadêmico é instituída aos graduandos de todas as engenharias a partir de 1977 uma disciplina de caráter obrigatório denominada ciências ambientais que aborda temas gerais de ecologia e tenta incumbir àquele profissional uma responsabilidade ambiental.

A Constituição Federal de 1988 em seu artigo 225, o qual é inteiramente dedicado ao meio ambiente estabelece ao poder público e a coletividade defender e preservar o meio ambiente, bem como no inciso VI do referido artigo, diz que cabe ao poder público: “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Embasado nesta lei, mas não somente nela, se verifica a real importância da inserção da disciplina de ciências ambientais em todos os cursos universitários.

Hodiernamente, a legislação de caráter ambiental mais difundida é a PNEA (Política nacional de educação ambiental) regida pela Lei n. 9.795 de 27 de abril de 1999, que responsabiliza as instituições de educação formal de ensino em manter apenas uma dimensão ambiental.

Nosso Estado se utiliza da Lei n. 11.730/2002 que institui a Política Estadual de Educação Ambiental, a qual cria o Programa Estadual de Educação Ambiental, e complementa a Lei Federal n. 9.795/1999. Porém, embora de suma importância, vez que enfatiza ainda mais a necessidade de se ter uma educação ambiental permeada no âmbito escolar, não acrescenta nada no que tange a formação dos professores.

Com o intuito de um dia transformar este projeto em lei, reforço a importância da inclusão da disciplina de ciências ambientais em todos os cursos universitários.

Para ratificar e demonstrar tal intenção, se faz necessário citar as brilhantes palavras de SATO (2004, p.39):

A educação ambiental é importante em todas as áreas de ensino, não somente nas ciências ecológicas, mas em todas as áreas sociais, naturais e de educação, porque as relações entre natureza, tecnologia e sociedade marcam e determinam o desenvolvimento de qualquer sociedade.

Inserir uma disciplina de caráter ambiental em todos os cursos significa oportunizar a estes jovens um conhecimento maior do local onde vivem e com isto fazer melhor uso dos recursos naturais como retrata Higuchi e Azevedo (2004, p.64 *apud* REIGOTA, 1995)

[...] é no efetivo diálogo entre as diferentes culturas, entre os conhecimentos científicos e tradicionais, e entre as variadas formas de entendimento sobre a temática, que poderemos encontrar possibilidades inovadoras e transformadoras.

Oferecer uma educação de qualidade no ensino superior significa oportunizar aos universitários o debate de temáticas que o capacitem como profissional e como cidadão. Discutir e pensar as nossas ações perante o ambiente é dever de qualquer cidadão, sendo que este assunto não deve ficar restrito somente a um determinado grupo de pessoas.

A educação ambiental surgiu a partir da crise ecológica e ela esta intimamente associada tanto a educação formal quanto a não-formal, visto que o próprio conceito de educação sugere mudança, movimento que é o que almeja a educação ambiental: uma transformação não só conceitual, mas principalmente de valores e atitudes.

Para Grün *apud* (SATO, 2001, p.8) este processo está tão interligado que: “uma educação que não for ambiental, não poderá ser considerada educação de jeito nenhum”. Neste contexto, podemos inferir que qualquer educador é capaz de desenvolver ambientalmente seu conteúdo seja ele na aprendizagem formal ou não.

A inserção de uma disciplina denominada educação ambiental tanto na educação básica quanto no nível superior é tema frequente entre os pesquisadores da área, BERNARDES e PIETRO (2010, p.6) argumentam que: “como uma disciplina, a Educação Ambiental ganharia “espaço” na grade curricular e com isso visibilidade e materiais didáticos específicos”.

Reforçando tal ideia da temática ser uma cadeira obrigatória dentro da universidade GRACIOLLI e Col.(2010, p.2), acrescentam que:

A Universidade é um fórum de diálogo, com a escola e toda a sociedade possibilitando a expressão de novos valores, conhecimentos e novas realidades socioambientais. A ciência pode e deve ser propulsora da qualidade ambiental e consequentemente da qualidade de vida.

A universidade tem como função a disseminação do conhecimento seja ele específico ou simplesmente a abordagem de um tema relevante para a formação individual como retrata Morales (2007, p. 284 *apud* MORAES e Col., 2008, p.6).

A universidade, como instituição de investigação e centro de educação técnica e superior, tem papel essencial na reconfiguração de mundo e, portanto, deve assumir a responsabilidade maior no processo de produção e incorporação da dimensão ambiental nos sistemas de educação e acredita-se que a temática ambiental deva permear todos os cursos, mas isso não ocorre nem mesmo nos cursos de licenciatura, conforme assegura MORAES e Col. (2008, p.8):

Atualmente no Brasil a EA nas IES não é realizada como prescreve a legislação, como a Lei 9.795/99 (BRASIL, 1999) que no seu art.11º diz que “a dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas”.

Com o intuito de suprir a crescente demanda de um profissional preparado para trabalhar exclusivamente as questões ambientais é criado em 2009 na UnB (Universidade de Brasília) o curso denominado ciências ambientais, porém o que se pretende com este trabalho é ressaltar a importância de todos os acadêmicos terem pelo menos durante um semestre uma disciplina de caráter ambiental, como ressaltam BERNARDES e PIETRO (2010, p.7).

Conteúdos e conceitos como preservação ambiental, desenvolvimento sustentável, conscientização ecológica, não tem sentido sem uma abordagem também histórica, sociológica, filosófica, ou desprendida dos conhecimentos ministrados pelas outras Ciências, entre elas, Geografia, Biologia, Química e Física.

O termo ciências ambientais, já é usado desde 1976 através da Resolução n. 48 de mesmo ano, que torna obrigatória a disciplina de ciências ambientais ou equivalente em todos os cursos de engenharia e acredita-se que esta deve ser incorporada no currículo de todos os cursos. Como ressalta Delevatti (2003 *apud* GRACIOLLI e Col., 2010, p.9):

A Educação Ambiental faz-se imprescindível para que as pessoas se tornem cada vez mais conscientizadas da importância do meio ambiente e, consequentemente, venham a defendê-lo. Caso contrário, assim como os dinossauros sucumbiram um dia, poderá chegar a inimaginável sucumbência da espécie humana no Planeta Terra.

Optou-se pela incorporação do termo ciências ambientais por ser um termo mais amplo e também por ser de conhecimento, através do trabalho de GRACIOLLI e Col. (2010, p.9), que muitos ecólogos ainda não enxerguem em seus trabalhos um cunho ambiental como explica: “a Educação Ambiental é tarefa apenas do professor educador presente em salas de aula de ensino fundamental e médio”.

Deve também propiciar aos profissionais educadores ambientais, fundamentos teórico-práticos indispensáveis para compreender, analisar, refletir e reorientar seu fazer profissional numa perspectiva ambiental.

Com a intenção de enfatizar o quanto a disciplina de ciências ambientais é importante na graduação, pois desta maneira o profissional terá uma maior responsabilidade ambiental, prossigo os meus estudos sobre o tema e reafirmo que na educação básica a educação ambiental deve ser um tema transversal. Com a formação correta os professores poderão abranger o tema de forma a despertar nos alunos o interesse em cuidar e preservar o meio ambiente.

II. PROCEDIMENTOS

A metodologia apresentou uma abordagem qualitativa, pois foram analisadas as quantidades das respostas e o conteúdo das mesmas.

Foi enviada uma carta eletrônica (e-mail) aos 31 deputados federais do Rio Grande do Sul visto que estes são responsáveis por propor, fazer emendas e alterar leis; a fim de que os mesmos tenham conhecimento sobre o projeto, podendo se manifestar contra ou a favor sobre o mesmo. Os e-mails foram enviados apenas para os parlamentares do Rio Grande do Sul como forma de delimitar a amostra.

Os e-mails foram enviados para o endereço eletrônico disponível no site da câmara e para o disponível no site pessoal de cada deputado. Os e-mails foram reenviados diversas vezes, no mínimo oito vezes à cada parlamentar, achou-se necessário ir à câmara municipal de vereadores de Rio Grande (cidade da pesquisadora) solicitar a cada vereador e/ou assessor que reforçasse a importância do retorno dos e-mails.

Achou-se necessário em determinado momento da pesquisa ligar para os gabinetes dos deputados como forma de agilizar o processo. Os e-mails foram chegando aos poucos chegando no total de 19 respostas.

As respostas dos deputados e suas ideias serão expressas através de gráficos que constarão no tópico que segue.

III. CIRCUITO IMPLEMENTADO

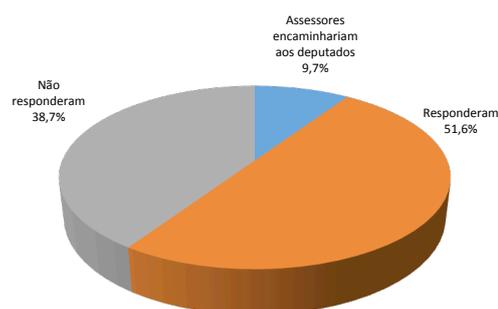


Gráfico 1– Número de respostas

O gráfico 1 revela que dos trinta e um parlamentares consultados dezesseis (51,6%) enviaram resposta manifestando a sua opinião, doze (38,7%) não retornaram e três (9,67%) assessores disseram que receberam os e-mails e encaminhariam aos deputados, porém até o término do trabalho não fizeram nenhum outro contato.

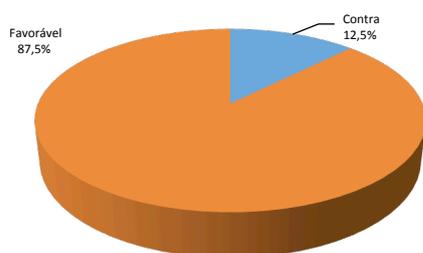


Gráfico 2- Análise das respostas

O gráfico 2 revela que dos 16 deputados, número que será trabalhado a partir de agora como 100%, que enviaram uma resposta apenas 2 (12,5%) consideraram a inclusão da disciplina de ciências ambientais desnecessária em todos os cursos universitários. Como é possível perceber nas respostas abaixo:

Acho fundamental a inclusão dessa disciplina nos cursos universitários voltados para as questões da terra, da fauna e flora, bem como os cursos da área de ciências humanas. Ao mesmo tempo, acho desnecessária a inclusão desta disciplina em cursos universitários sem nenhuma ligação com o contexto social e ambiental, por incompatibilidade curricular (**Deputado 01**).

[...] acreditamos que a educação ambiental deve ser disciplina obrigatória no ensino fundamental, tendo em vista que a cultura de respeitar o meio em que se vive e de preservar um ambiente ecologicamente equilibrado para a nossa e às futuras gerações deve iniciar desde cedo,

[...] parabenizamos mais uma vez pela bela iniciativa, discordando apenas no que tange ao período ideal para a obrigatoriedade da inclusão da disciplina de ciências ambientais (**Deputado 08**).

Estas respostas indicam certo menosprezo pelo tema em questão e um desconhecimento do assunto, isto é muito comum inclusive em docentes da pós-graduação como é o caso da citação abaixo encontrada no artigo de GRACIOLLI e Col. (2010, p.9):

“Educação Ambiental é uma atividade realizada por educadores capacitados, que tenha acesso a dados científicos e ferramentas para compreendê-los para passá-los a sociedades numa linguagem acessível, de modo que a população possa ter conhecimento das ações necessárias para a conservação ambiental.”

Na resposta número 2 verificamos que o parlamentar defende a inclusão da disciplina como obrigatória apenas no ensino fundamental, porém questiona-se qual profissional estará apto para ministrará esta disciplina e qual o nível de eficácia da mesma, pois se os jovens não forem realmente educados ambientalmente, facilmente esquecerão o que aprenderam no ensino fundamental.

Uma análise mais profunda do gráfico número dois (2) nos mostra uma realidade muito feliz, pois 14 deputados (87,5%) demonstraram ser a favor da ideia, sendo que uma das respostas obtidas demonstrou ter sensibilizado o

parlamentar quanto a importância de uma disciplina de caráter ambiental em todos os cursos universitários.

A partir de sua sugestão, estou verificando em Brasília quais propostas/projetos estão voltados ao tema. Sou favorável à iniciativa e pretendo dar seguimento, conversando com os integrantes das comissões pertinentes ao assunto (**Deputado 02**).

Assim, espera-se que este trabalho seja um referencial, para que um dia todos os cursos tenham esta disciplina, tornando-a requisito obrigatório em suas grades curriculares.

Para ratificar tal afirmação, as respostas a seguir enriquecem ainda mais o presente trabalho:

A inclusão desta disciplina em todos os cursos universitários poderá desenvolver, em qualquer profissional, a busca de soluções que visem minimizar questões como o aquecimento global, problema este que perpassa séculos, procurar diminuir os impactos ambientais sofridos nos diversos ecossistemas, elaborar soluções na área de planejamento ambiental, entre outros. Enfim, essa poderá ser a oportunidade de despertar a população da importância de se preservar o meio ambiente e, como consequência, devolver o bem estar do ser humano e do nosso planeta (**Deputado 06**).

Espera-se que com este trabalho os parlamentares tenham refletido um pouco mais sobre a importância de uma disciplina com caráter ambiental ser desenvolvida em todos os cursos universitários e, que um dia, isso venha a ocorrer.

IV. CONCLUSÃO

As respostas analisadas indicam que os parlamentares pesquisados demonstram interesse à temática ambiental e em sua maioria 87,5% concordam com a inserção da disciplina de ciências ambientais em todos os cursos universitários.

A temática ambiental pode abranger diferentes ramos da ciência e, por conta disso, a disciplina pode não ser trabalhada adequadamente, então se sugere que antes de a disciplina ser implantada se faça um estudo detalhado de alguns assuntos norteadores que todos os cursos possam trabalhar. Assim, a disciplina abordará temas comuns à todos os cursos e temas referentes exclusivos àquele profissional.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDES, m. b. j. & prieto, e. c. educação ambiental: disciplina versus tema transversal. Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental. 2010 Acesso em: 05 set 2011
- BRASIL – Os diferentes matrizes da educação ambiental. 2008 Pág.217 Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portalsaf/arquivos/view/ater/livros/Livro-Educa%C3%A7%C3%A3oAmbiental.pdf> Acesso em: 10 out 2011
- BRASIL – Políticas de melhoria da qualidade da educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Relat.pdf> Acesso em: 10 out. 2011
- BRASIL – Um pouco da história da educação ambiental. Disponível no site: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/historia.pdf>

BRASIL, Panorama da educação ambiental no ensino fundamental. 2000 Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/panorama_educacao.pdf Acesso em: 10 out 2011

BRASIL, Parâmetros curriculares nacionais. 1997 Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf> Acesso em: 10 out 2011

BRASIL.- A Implantação da Educação Ambiental no Brasil.1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Relat.pdf> Acesso em: 10 out 2011

Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm Acesso em: 19 out 2011

FONTES, R. J. C. Primavera silenciosa. Revista UniABC – VOL.2,Nº1,2011 Disponível em http://www.uniabc.br/site/revista/pdfs/3/11_Primavera_Silenciosa.pdf Acesso em: 19 out 2011

GRACIOLLI, S.R.P e col. a educação ambiental num programa de pós-graduação em ecologia e conservação e a visão docente. Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental.2010 Acesso em: 05 se 2011

HIGUCHI, m. i. g. & AZEVEDO, g. c. Educação como processo na construção da cidadania ambiental. Revista brasileira de Educação Ambiental. Brasília 2004 número zero <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Relat.pdf> Acesso em: 10 out 2011

Lei Estadual 11.730/2002 Política Estadual de Educação Ambiental Disponível em: http://www.al.rs.gov.br/eventos/educacao_ambiental/lei11730.asp Acesso em: 10 out. 2011

Lei Federal 9.795/99 Política nacional de Educação Ambiental Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm Acesso em: 10 out. 2011

MORAES, F. A. SHUVARTZ, M. PARANHOS, R. D. a educação ambiental em busca do saber ambiental nas instituições de ensino superior. Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental. 2008 Acesso em: 05 set 2011

ODUM, E., Barret, G. Fundamentos de Ecologia 5ª edição 2008

Resolução nº48, de 27 de abril de 1976. Fixa os mínimos de conteúdo e duração do currículo do curso de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitações. Disponível em: <http://www.creapa.org.br/comissoes/educacao/curriculos%20minimos/resolucao48.html> Acesso em: 19 out 2011

SATO, Michele. Educação Ambiental. São Carlos Rima 2004

VI. COPYRIGHT

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

DEGRADAÇÃO DE SACOLAS PLÁSTICAS EM SOLO ORGÂNICO

CLAUDIA FERNANDA M. BATISTA¹; MAURÍCIO APARECIDO B. DE SOUZA¹;
WOLNEY DALLA PRIA JÚNIOR¹.

1 – CENTRO PAULA SOUZA – ETEC 080 – DR. LUIS CÉSAR COUTO – QUATÁ/SP
wpria@bol.com.br

Resumo - *Dentre os problemas ambientais relacionados ao destino dado aos plásticos, boa parte é causada pelas embalagens. Por tratar-se de um material de baixo custo, embalagens como sacolas plásticas são oferecidas praticamente sem ônus ao consumidor. Isso chama atenção, pois no Brasil não há um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos eficiente. Como consequência, tem-se o acúmulo dessas sacolas em aterros sanitários e lixões. Essa deposição dificulta a circulação de líquidos e gases, retardando a estabilização da matéria orgânica. Tendo em vista os problemas causados pelas sacolas plásticas ao meio ambiente, o presente trabalho realizou um levantamento nos supermercados e mercados da cidade de Quatá/SP, determinando os tipos de sacolas plásticas utilizada nesses estabelecimentos e coletaram-se as mesmas para testes de biodegradação em solo. Os testes foram realizados na Etec Dr. Luiz César Couto no município de Quatá/SP. Coletaram-se as amostras em cinco estabelecimentos comerciais separando-as de acordo com o fabricante e material confeccionado. O ensaio de biodegradação foi realizado colocando as amostras de sacolas plásticas em contato com o solo orgânico. Para cada tratamento verificou a perda de massa em diferentes etapas de tempo seguindo um cronograma, isto é, com 0, 30, 60, 90 e 120 dias, sendo que para cada repetição ocorreu uma amostra de cada material testado. Os resultados indicam que o comércio local não utiliza sacolas plásticas biodegradáveis e nos testes que avaliaram o nível de perda de massa do material testado não ocorreu um alto índice de biodegradação entre as sacolas plásticas analisadas.*

Palavras-chave: *Biodegradação. Sacolas Plásticas. Meio Ambiente. Poluição.*

I. INTRODUÇÃO

Os plásticos são amplamente utilizados em muitas aplicações, tais como embalagens, materiais de construção e de *commodities*, bem como em produtos de higiene. No entanto, o problema da poluição ambiental causada pelo uso indiscriminado e o descarte irresponsável de resíduos deste material, assumiu proporções grandiosas. Esses plásticos convencionais, que são sinteticamente derivados do petróleo, não são facilmente biodegradáveis e são considerados prejudiciais ao meio ambiente devido à grande geração de resíduos. Estes, em sua maioria, são extremamente duráveis e apresentam um sério risco ambiental, especialmente nos centros urbanos (MOTTIN *et al.*, 2011).

Dentre os problemas ambientais relacionados ao destino dado aos plásticos, boa parte é causada pelas embalagens. Por tratar-se de um material de baixo custo, embalagens como sacolas plásticas são oferecidas praticamente sem ônus ao consumidor. Isso chama atenção, pois no Brasil não há um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos eficiente. Como consequência, tem-se o acúmulo dessas sacolas em aterros sanitários e lixões. Essa deposição dificulta a circulação de líquidos e gases, retardando a estabilização da matéria orgânica (AZEVEDO, 2008).

Além disso, há ocorrência de impactos negativos relacionados à vida útil curta e baixa degradabilidade das sacolas plásticas, podendo demorar de 100 a 400 anos para degradar-se no meio ambiente pela ação de raios ultravioletas, umidade e calor; efeito cumulativo; poluição visual devido à disposição nas ruas, parques, praças e ambientes turísticos; entupimentos das vias públicas de drenagem; agravamento dos problemas de chuvas fortes como alagamento, engarrafamentos, etc; interferência negativa na alimentação da vida selvagem; alteração do ecossistema e biodiversidade; foco no crescimento de larvas de mosquitos transmissores de doenças como malária, dengue; etc.

Portanto, mesmo sendo degradável ou biodegradável, o resíduo requer coleta e local adequado para disposição final. A responsabilidade do consumidor, produtor e poder público não são menores. Os conceitos e campanhas de educação como: jogar o lixo no lixo; separar resíduo reciclável; destinar para reciclagem e consumo sustentável tem a mesma importância e validade qualquer que seja a solução adotada.

Tendo em vista os problemas causados pelas sacolas plásticas ao meio ambiente, o presente trabalho realizou um levantamento nos supermercados e mercados da cidade de Quatá/SP, determinando os tipos de sacolas plásticas utilizada nesses estabelecimentos e coletou as mesmas para testes de biodegradação em solo.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho se desenvolveu nas dependências da ETEC Dr. Luiz César de Quatá/SP e as amostras foram coletadas nos mercados e supermercados do Município de Quatá/SP.

Coletaram-se as amostras nos estabelecimentos, separando-as de acordo com o fabricante e material confeccionado.

O ensaio de biodegradação foi realizado em solo orgânico a base de esterco de bovino e materiais de origem vegetal onde, através de análise química, determinou os seguintes elementos químicos (Tabela 1): PH, Nitrogênio, Matéria Orgânica, V%, P e outras, seguindo metodologia proposta por CASARIN, *et. al.* 2013. Nesse ensaio depositou-se uma quantidade de solo orgânico (± 30 Kg) em sacos de lixo de 50 litros e em seguida colocaram-se cinco sacolas/saco de lixo, sendo que cada tratamento teve então cinco repetições formando um esquema fatorial de 5 x 5 (Figura 1). A verificação de perda de massa ocorreram em diferentes etapas de tempo seguindo um cronograma pré-estabelecido, ou seja, com 0, 30, 60, 90, e 120 dias, sendo que cada repetição conteve uma amostra de cada material testado, ou seja, cinco sacolas, uma de cada fabricante. Ao final de cada etapa as amostras degradadas foram lavadas cuidadosamente com água, secas em estufa por 48 horas a 50 °C, resfriadas em temperatura ambiente e pesadas.



Figura 1 – Imagem demonstrando os tratamentos em campo

Tabela 1 – Resultados obtidos através de Análise Química do solo orgânico.

Resultados Analíticos de Solo										
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	A
pH	g/ dm3	mg/ dm3	mmol/ dm3	mmol/ dm3	mmol/ dm3	mmol/ dm3	mmol/ dm3	mmol/ dm3	%	mmol/ dm3
6,8	65	332	28,2	45	37	11	110	121	91	1

Métodos de extração: pH, Sol, CaCl₂; M.O.: S. Sulfurosa; P, K, Ca, Mg: Resina, H+Al: Tampão SMP; Al: KCl.

As mediadas de perda de massa das amostras foram obtidas em escala analítica após a biodegradação e expressas em porcentagem de perda de massa através da equação abaixo:

$$\text{Perda de Massa (\%)} = \frac{(W_0 - W_1) \times 100\%}{W_0}$$

Onde, W₀ e W₁ são massas das amostras antes e após a biodegradação, respectivamente.

Realizou-se o experimento com cinco amostras de sacolas plásticas fornecidas pelos Mercados da cidade de Quatá, sendo que em cada amostra considerou-se um tratamento como segue abaixo:

- A - Sacolas plásticas de polietileno e cor branca (dimensões 40 cm x 50 cm) – Fabricante A;
- B - Sacolas plásticas oxibiodegradável e cor branca (dimensões 40 cm X 50 cm) – Fabricante B;
- C - Sacolas plásticas oxibiodegradável e cor branca (dimensões 40 cm X 50 cm) – Fabricante C;
- D - Sacolas plásticas oxibiodegradável e cor branca (dimensões 40 cm X 50 cm) – Fabricante D;
- E - Sacolas plásticas de polietileno e cor branca (dimensões 40 cm X 50 cm) – Fabricante E.

A análise estatística dos dados foi efetuada segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. Para análise de variância aplicou-se teste F, e para comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey – “HSD (Tukey Honest Significance Difference)” considerando um nível de significância de 5% (GOMES, 1987; VIEIRA, 2012).

III. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados coletados em campo estão demonstrados na Tabela 2, onde pode se constatar que os resultados são sempre em quantidades de cinco/tratamento e diferentes períodos de coleta, isto é, 30, 60, 90 e 120 dias. Observa se na tabela abaixo, que, os pesos são diferentes para cada fabricante mesmo possuindo as mesmas dimensões de largura e comprimento, sugerindo, a existência de diferenças de material empregado ou diferenças na quantidade do material utilizado na confecção das sacolas plásticas pelo fabricante. Nota se, também, que os tratamentos são constituídos apenas de amostra de sacolas plástica oriundos de polímeros oxibiodegradável e de polietileno, e nenhuma amostra de polímeros biodegradáveis. Esse dado demonstra que existe uma preocupação do comércio local e fabricantes em se adequarem as leis vigentes que levam em consideração algumas normas como a NBR 15448 (Parecer Técnico, n° 09/09), mas não existe realmente a preocupação em saber, de fato, se o produto utilizado agride ou não o Meio Ambiente.

Tabela 2 - Pesos em gramas por Tratamento obtidos em diferentes períodos (30, 60, 90 e 120 dias).

Tratamentos	Repetições - Pesos (g) coletados no período (30 dias)					
	1	2	3	4	5	M
A – PE ¹	2,571	2,757	2,76	2,656	2,799	2,708
B - Oxi ²	3,647	3,632	3,474	3,660	3,534	3,589
C – Oxi	4,280	4,665	4,601	4,581	4,505	4,526
D – Oxi	3,947	3,766	3,965	3,909	3,791	3,876
E – PE	2,524	2,424	2,470	2,483	2,424	2,465
Tratamentos	Repetições - Pesos (g) coletados no período (60 dias)					
	1	2	3	4	5	M
A – PE ¹	2,749	2,781	2,838	2,737	2,562	2,733
B - Oxi ²	3,548	3,625	3,616	3,615	3,599	3,60
C – Oxi	4,684	4,623	4,50	4,551	4,472	4,566
D – Oxi	4,035	3,685	3,804	3,63	3,897	3,810
E – PE	2,485	2,257	2,474	2,484	2,536	2,447

Tratamentos	Repetições - Pesos (g) coletados no período (90 dias)					
A – PE ¹	2,751	2,711	2,668	2,758	2,704	2,718
B – Oxi ²	3,556	3,626	3,630	3,705	3,589	3,621
C – Oxi	4,597	4,561	4,383	4,297	4,470	4,461
D – Oxi	3,726	3,620	3,720	3,604	3,814	3,696
E – PE	2,491	2,474	2,399	2,416	2,529	2,461
Tratamentos	Repetições - Pesos (g) coletados no período (120 dias)					
A – PE ¹	2,727	2,659	2,767	2,707	2,787	2,729
B – Oxi ²	3,628	3,613	3,689	3,859	3,714	3,700
C – Oxi	4,633	4,668	4,596	4,644	4,613	4,631
D – Oxi	3,753	3,828	3,717	3,672	3,816	3,757
E – PE	2,466	2,560	2,466	2,473	2,500	2,493

¹ Polietileno, ² Oxibiodegradável.

A tabela 3 é constituída dos pesos médios em gramas dos tratamentos nos diferentes períodos de coleta. Observa-se que existe uma diferença de pesos entre as médias para cada tratamento, mas somente para o Tratamento D é que ocorreram diferenças significativas entre as médias, principalmente aos 90 dias, demonstrando uma perda de peso de aproximadamente de 5,7 % (Figura 2) em relação ao peso médio inicial. Os demais tratamentos não demonstraram perdas de peso relevantes entre suas médias, resultados que contrariam os dados obtidos por CASARIN *et. al.* (2013), talvez a diferença seja causada pelos solos orgânicos utilizados, pois estes não mantiveram o mesmo padrão de acordo com suas análises químicas.

Tabela 3 - Pesos Médios (g) por tratamento obtido em diferentes períodos (0, 30, 60, 90 e 120 dias).

Tratamentos	Pesos Médios (g) coletados nos diferentes períodos (dias)				
	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias
A – PE ¹	2,74 ^{a3}	2,708 ^a	2,733 ^a	2,718 ^a	2,729 ^a
B – Oxi ²	3,67 ^a	3,589 ^a	3,60 ^a	3,621 ^a	3,700 ^a
C – Oxi	4,51 ^a	4,526 ^a	4,566 ^a	4,461 ^a	4,631 ^a
D – Oxi	3,92 ^a	3,876 ^{ab}	3,810 ^{ab}	3,696 ^b	3,757 ^{ab}
E – PE	2,47 ^a	2,465 ^a	2,447 ^a	2,461 ^a	2,493 ^a

¹ Polietileno, ² Oxibiodegradável.

³ Médias seguidas da mesma letra e na mesma linha não diferem estatisticamente entre si quando aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outro fator que deve ter afetado a baixa diferença de perda de peso entre os Tratamentos PE e Oxi (A, B, C e D) é a tensão de oxigênio presente no ambiente, de acordo com a California State University e Chico Research Foundation (2007) a degradação dos plásticos Oxi e PE ocorrem quando em contato com o oxigênio ou luz solar, fatores que não ocorreram nesses tratamentos. Nesse mesmo contexto, e de acordo com Parecer Técnico, nº 09/09 proferido pelo

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL que a oxibiodegradação por sua vez, acontece em dois estágios, no início o plástico é convertido, pela ação de oxigênio, temperatura ou radiação ultravioleta em fragmentos moleculares menores. Nesse momento, a degradação é química. Num segundo momento, esses fragmentos se biodegradam, o que significa que são convertidos em dióxido de carbono, água e biomassa pelos microrganismos decompositores.

Talvez esse acontecimento químico possa ser a explicação mais plausível para o que ocorreu com o Tratamento D, em algum momento as sacolas plásticas podem ter tido uma exposição maior ao oxigênio ou luz solar, por causa de alguma chuva ou outro fenômeno, provocando uma degradação química maior para esse tratamento.

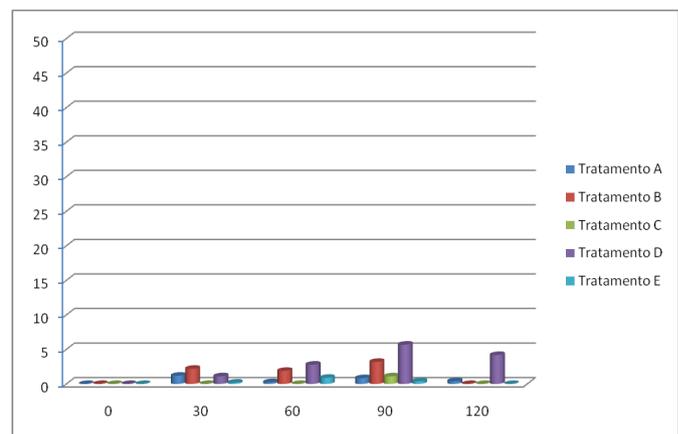


Figura 2 – Gráfico com as porcentagens de perda de peso por tratamento durante o período de 120 dias

IV. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se determinar que nenhum dos mercados e supermercados estudados utilizam se de sacolas plásticas biodegradáveis, demonstrando uma desinformação e despreocupação sobre os benefícios sociais e ambientais trazidos por esse material para a população. As sacolas testadas nos testes de biodegradação em solo orgânico, apenas um tratamento (D) revelou uma perda de peso significativa, porém de baixa intensidade, durante o período proposto (120 dias), entendendo-se que o ambiente proposto não influencia a degradação desses tipos de materiais testados.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, M. A sociedade deve dar carta branca ao plástico biodegradável? Anuário brasileiro do plástico, São Paulo, n. 1, p. 6-24, jan. 2008.
- CASARIN, S. A.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; AGNELLI, J. A. M. Avaliação da Biodegradação de Sacolas Plásticas. Rev. SODEBRAS. vol. 8, n.87, p.26-29, Marc. 2013.
- CALIFORNIA STATE UNIVERSITY; CHICO RESEARCH FOUNDATION. Avaliação do Desempenho de Embalagens Plásticas Ambientalmente Degradáveis e de Utensílios Plásticos Descartáveis para Alimentos. Relatório Final, publicação número 432-08-001, Junho de 2007. Sacramento/Califórnia, 2007.

CUNHA, T. País produz 18 bilhões de sacolas plásticas. *Jornal Estado de São Paulo*. São Paulo, 03 de março de 2009.

FERNANDES, C. A. P. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/alexpar.html>>. Acesso em 20 Abril de 2013.

GOMES, R. P. *Fruticultura brasileira*. 1989. Nobel, São Paulo. 446p.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL – IMASUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC. Avaliação do desempenho de embalagens plásticas ambientalmente degradáveis e de utensílios plásticos degradáveis para alimentos. Parecer técnico N° 09/09, de 23 Julho de 2009. Analista Ambiental Solange Mikui de Almeida Domingues. Campo Grande, 2009.

MOTTIN, A. C.; CÂMARA, J. J. D.; MIRANDA, C. A. S.; PAGNAN, C. S. O uso de bioplásticos no desenvolvimento de produtos sustentáveis. In 1º Congresso Nacional de Design, *Desenhando o Futuro 2011*.

OLIVEIRA, L. L. de; LACERDA, C. S.; ROCHA ALVES, I. J. B. de; SANTOS, E. D.; OLIVEIRA, S. de A.; BATISTA, T. S. de A. Impactos Ambientais Causados pelas Sacolas Plásticas: o caso Campina Grande – PB. ISSN 1983-4209 – vol. 07, n. 01, 2012.

PLASTIVIDA INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL DOS PLÁSTICOS. - “Embalagens plásticas: Mitos e Fatos”, Dow & Plastivida (2009). Disponível em <http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/publicacoes_e_videos/2010_FolderDowPlastivida.pdf>.

SANTOS, A. S. F. e; FREIRE, F. H. de O.; COSTA, B. L. N. Sacolas Plásticas: Destinações Sustentáveis e Alternativas de Substituição. *Polímeros*, vol.22, n.3, p.228-237, 2012.

SHAH, A.; HASAN, F.; HAMEED, A.; AHMED, S. *Biotechnology Advances*, 2008, 26, 265.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.4,n.1, p.71-78,2002.

SILVA, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

VIEIRA, S. *Estatística para a qualidade*. 2 ed. Ed. Elsevier, Rio de Janeiro. 245 p. 2012.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído neste artigo.

UM BREVE HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO LOCAL DA BARRA DO JUCU

JOÃO MOREIRA DUTRA FILHO^{1,2}; JERRY ADRIANE DOMINGOS¹; LUIZ WANDERLEY ZORTÉA¹; DÉBORA SANTOS DE ANDRADE DUTRA³

1 – FACULDADE VALE DO CRICARÉ (FVC); 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES); 3 – INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (IFES)
jmdfdr@gmail.com

Resumo - Neste trabalho apresentamos alguns elementos históricos, naturais, sociais e educacionais da região da Barra do Jucu, abordando as questões relacionadas ao desenvolvimento local e as políticas públicas desenvolvidas ao longo de sua história, passando por fatos históricos importantes que ocorreram nos séculos de sua existência e situações que ainda hoje interferem nas relações locais. A região apresenta um grande potencial em diversas áreas, além de abundantes riquezas culturais e naturais a serem preservadas de forma a contribuir para o seu desenvolvimento regional. No entanto, percebe-se a necessidade de investimento no que diz respeito às questões ligadas a educação e geração de emprego.

Palavras-chave: Barra do Jucu. Desenvolvimento Local e Políticas Públicas.

I. INTRODUÇÃO

A Barra do Jucu é um bairro de Vila Velha no Espírito Santo que possui uma bela praia com características peculiares, que guarda tradições históricas, religiosas e folclóricas e conserva algumas características de cidade do interior. No entanto, não costuma ser destacada, apesar da importância do local na história do Espírito Santo. O desenvolvimento da região não tem sido satisfatório, visto o descaso com o local, em relação a ações que promovam o desenvolvimento local, a Educação, a Cultura, etc.

Quando se fala em desenvolvimento local correlaciona-o a identidade territorial, com o de elementos peculiares de identidade conveniente, que ao mesmo tempo baliza e diferencia a região local. São também resultado dos esforços, da valorização dos agregados locais que aproveitarão as potencialidades, as oportunidades, as vantagens da região local com o intuito de alavancar e alicerçar os diversos atores e cenários ao palco, tendo como objetivo principal em todos os seus aspectos o desenvolvimento sócio político econômico e cultural de cada território.

A promoção do desenvolvimento local deve partir do pressuposto que os atores envolvidos devam participar ativamente, ou seja, serem também agentes e não apenas beneficiários do desenvolvimento, associados a uma ideia apenas de progresso material e de modernização tecnológica, mas também, promover o desenvolvimento mediante o respeito e a consideração das diferenças culturais, da existência de outros valores e concepções locais.

A construção do desenvolvimento local precisa de diversos setores que trabalhem em parceria (os governos locais e regionais, as empresas e as organizações sociais e os cidadãos), interagindo entre si, a partir de escolhas conscientes para a busca de uma estrutura melhor, não só para o momento, mas também para o futuro.

Para que o desenvolvimento local aconteça é necessário que a população local busque aperfeiçoamento e que o governo exerça o seu papel de forma a garantir políticas públicas que viabilizem um desenvolvimento da região em questão

II. AS POLÍTICAS PÚBLICAS

Políticas públicas são tudo aquilo que um governo faz ou deixa de fazer, partindo da abordagem em que a política é um agente fundamental do desenvolvimento local, onde o mesmo é descrito como um modelo de desenvolvimento que pretende ser includente e sustentável. Podemos pensar em medidas com intuito de promover, apoiar e ser capaz de orientar iniciativas nesta direção não desprezando o protagonismo dos agentes locais.

Portanto, falar em políticas públicas de promoção e apoio, em políticas públicas de fomento ou políticas públicas análogas, falamos em dar suporte aos atores locais, para que sejam eficazes no planejamento e gerenciamento do desenvolvimento local que acarretarão em mudanças econômicas e sociais, gerando crescimento econômico, inclusão e consequentemente desenvolvimento local. Sendo assim temos:

- **Políticas de incentivo aos atores locais:** estimulação de ambiente democrático, de planejamento e gestão ambos participativos e compartilhados;
- **Políticas de financiamentos:** promoção da distribuição das receitas fiscais e tributárias, aplicadas regionalmente para local. Investimento nos setores presentes na região local com intuito de crescer primeiro para depois expandir;
- **Políticas de mercados locais:** incentivo à compra de produtos e serviços locais a fim de fortalecer a economia do local, evitando a exportação de empregos e a evasão de renda;
- **Políticas aplicadas à tecnologia e à inovação:** implantação de sistemas da informação e seus diversos setores, com intuito de ligar a região local a outras regiões locais, regionais e nacionais;
- **Políticas de apoio à geração de ocupação e renda:** é fundamental incluir o tema do empreendedorismo na educação escolar, de modo a estimular a formação de uma cultura empreendedora;
- **Políticas de fundos públicos de apoio ao desenvolvimento local:** criação de fundos públicos de promoção e incentivo ao desenvolvimento local possibilitando o acesso dos agentes locais a recursos para a implementação de projetos locais.

III. EDUCAÇÃO LOCAL

Na Barra do Jucu só encontramos duas escolas públicas, sendo uma estadual e uma municipal (EEEFM MARCILIO DIAS e UMEF DR TUFFY NADER).

Apesar de a educação ter um papel importante no desenvolvimento, esta não tem sido prioridade nas políticas públicas, ao longo de décadas, acarretando assim uma defasagem. ROMANELLI (2001) afirma que os diferentes modelos de crescimento adotados ao longo de nossa história consideraram o setor educacional de forma secundária, fazendo-o crescer sempre a partir da demanda passada e não planejando seu crescimento de forma a atender a demanda futura.

É importante o incentivo e apoio para os agentes da educação (professores, secretários de escola, auxiliares de secretaria, prestadores de serviços; e o foco que é o aluno), direcionados às necessidades da região e dos atores locais. O governo e a sua política educacional precisa mostrar mais do que apenas planejamento para investimento, precisam de fato investir com qualidade e quantidade, retornando os resultados para a comunidade.

Dessa forma a educação local, além de promover o crescimento da região, provocará uma transformação social, independente de ser local ou regional, neste caso, a educação atuara de dentro para fora.

Neste artigo procuramos relacionar estes dados a região da Barra do Jucu, analisando aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos, todos estes, aplicados as políticas públicas ligados ao desenvolvimento local

atrelados com a educação. Queremos abordar e evidenciar como esta o desenvolvimento desta região, se as políticas públicas aplicadas têm dado resultados e o papel que a educação desempenha neste processo.

O que são Políticas Públicas Educacionais

Políticas públicas educacionais são tudo aquilo que um governo faz ou deixa de fazer em educação. Segundo SAVIANI (2008), “a política educacional diz respeito às decisões que o Poder Público, isto é, o Estado, toma em relação à educação” (p.7).

Educação é um conceito muito amplo para se tratar das políticas educacionais. De acordo com SANTOS (2014), a educação é o meio pelo qual um indivíduo ou grupos de indivíduos adquire informações e conhecimentos, sejam eles científicos, artísticos, técnicos ou especializados, a fim de desenvolver suas habilidades. Segundo esse autor, “o escopo fundamental da educação é oferecer ao homem instrumentos culturais que permitam estimular as transformações materiais e espirituais exigidas pelo dinamismo da sociedade” (SANTOS, 2014, p.7).

Educação é algo que vai além do ambiente escolar. Tudo o que se aprende socialmente – na família, na igreja, na escola, no trabalho, na rua, no teatro, etc, resultado do ensino, da observação, da repetição, reprodução, inculcação, é educação. Porém, a educação só é escolar quando ela for passível de delimitação por um sistema que é fruto de políticas públicas.

Nesse sistema, é imprescindível a existência de um ambiente próprio do fazer educacional, que é a escola, que funciona como uma comunidade, articulando partes distintas de um processo complexo: alunos, professores, servidores, pais, vizinhança e Estado (enquanto sociedade política que define o sistema através de políticas públicas).

Portanto, políticas públicas educacionais dizem respeito às decisões do governo que têm incidência no ambiente escolar enquanto ambiente de ensino-aprendizagem.

Tais decisões envolvem questões como: construção do prédio, contratação de profissionais, formação docente, carreira, valorização profissional, matriz curricular, gestão escolar, etc.

É importante que os movimentos sociais participem e se mobilizem para avanços nesse setor, devido à importância estratégica que tem a educação, inclusive para a concretização de outros direitos e para atingir um mínimo de equidade social. É preciso garantir e efetivar as conquistas da Constituinte, sobretudo a gratuidade do ensino, a valorização do profissional do ensino, a garantia do padrão de qualidade, gestão democrática e vinculação de recursos. A LDB (Lei de Diretrizes e Bases) garante a instalação de Conselhos, além de assegurar ao cidadão e entidades representativas o direito de acionar, por negligência, a autoridade que não garantir o ensino obrigatório.

IV. A HISTÓRIA DA BARRA DO JUCU

Estudando a história da Barra do Jucu descobrimos que antes da chegada dos portugueses ela era habitada pelos índios Tupinaés e frequentada pelos Botocudos, Puris e Goitacás, nômades (GALVÊAS, 2005).

Os Tupinaés pertenciam à nação Tupi-Guarani aliada dos portugueses. Com a chegada dos jesuítas, eles foram os primeiros a serem aldeados formando a Aldeia de Campo Novo que mais tarde, com a chegada dos Papanazes e Tupiniquins, recebeu o nome de Campo de Araçatiba, ou simplesmente, Araçatiba (fazenda Araçatiba). Junto ao rio Jucu, essa fazenda produzia açúcar, cereais e carne bovina.

Araçatiba era uma das maiores fazendas da costa brasileira, para alguns a maior. Ela tinha cerca de 850 serviçais no trabalho, sendo 400 negros escravos e o restante índio. Possuíam no início do século XVIII três usinas de açúcar, trapiches e abundante criação de gado. Tiveram que drenar brejos e para isso construíram um canal de 12 quilômetros de extensão, ligando o rio Jucu a Vitória. Construído em 1740, foi o primeiro do país e uma das maiores obras de engenharia do século XVIII; o canal hoje conhecido como Rio Marinho, além de drenar pântanos, servia principalmente como rota comercial, pois encurtava as distâncias entre a fazenda e a capital da capitania e, posteriormente, capital do estado (GALVÊAS, 2005).

Desde os tempos coloniais a Barra do Jucu faz parte do território da Vila do Espírito Santo. Era o povoado mais importante, depois da sede da vila, com o maior número de habitantes. A povoação da Barra era composta basicamente por pescadores (GALVÊAS, 2005).

A Barra do Jucu de hoje

A Barra do Jucu, hoje é um balneário do município de Vila Velha, ainda pacato, localizado a 15 quilômetros do centro da cidade, as margens da Rodovia do Sol. Atrai muita gente por seu alto astral, por suas origens históricas que guardam tradições religiosas e folclóricas (como o congo, um dos ritmos locais). Tornou-se um local frequentado por surfistas, devido à qualidade das ondas perto da barra. Do alto do morro da Concha é possível observar as belezas naturais da Barra do Jucu.

A região é diversificada, nela encontram-se: montanhas, mar, rios e lagoas, reservas ecológicas, festas locais como os blocos de carnaval e a calmaria de pequenas cidades do interior. Suas ruelas ainda sem calçamento encantam os visitantes. A noite o lugar se torna um ponto de encontro de boêmios. A antiga vila de pescadores guarda até hoje suas características de vila. Fica próxima à foz do Rio Jucu, onde nos fins de tarde a atração é a revoada das garças boiadeiras. O histórico Rio Jucu serviu às primeiras investigações do sertão capixaba. Foi o rio que permitiu o desbravamento do interior dos municípios de Vila Velha, Cariacica e Viana.

A Barra do Jucu é muito famosa pela praia utilizada para a prática de surf e bodyboard, na qual revelou uma pentacampeã mundial Neymara Carvalho, e pelas tradicionais Bandas de Congo. Oferece também uma boa culinária à base de peixes e de frutos do mar.

Cultura e Turismo

Pela Barra do Jucu, chega-se à Reserva Ecológica de Jacaranema através da Ponte da Madalena, feita para pedestres. A Ponte da Madalena (figura 1) foi construída em 1996. Seu nome é em homenagem à Banda de Congo do Município, e ficou famosa pela música "Madalena" do cantor Martinho da Vila.

A Reserva Ecológica de Jacaranema é uma área de preservação de restinga, manguezal, estuário e campos rupestres que são vegetações importantes para a Mata Atlântica. Na Reserva, também pode ser admirado o fenômeno conhecido como Pororoca, uma vez que o rio Jucu (que cruza a reserva) desagua no mar. Dentro do grupo de belezas naturais pertencentes à Vila Velha, o cenário exuberante das Ilhas das Garças e Itatiaia mostra a dimensão do potencial turístico da cidade.



Figura 1- Ponte da Madalena chegada da Reserva Ecológica

A mata situada à esquerda da ponte sobre o rio Jucu foi cortada e vendida pelo seu dono Armando de Oliveira Santos, para alimentar os altos fornos da Companhia Ferro e Aço de Vitória, onde era acionista. Em seguida foi deixada em total abandono, propiciando uma recuperação natural.

A região possui inúmeras praias, frequentadas por surfistas profissionais e por pessoas que gostam de praticar esse esporte. No local acontecem campeonatos regionais e nacionais de surf, Bodyboard e Canoagem sobre as ondas, de onde já saíram vários campeões mundiais. Apesar disso, durante maior parte do tempo, o lugar é calmo e suas praias são procuradas por quem quer sossego.

Em 1974 foi inaugurado o Centro de Artes da Barra do Jucu, primeira galeria de arte do estado a mostrar regularmente obras de artistas capixabas.

Na Barra do Jucu os visitantes podem apreciar as Bandas de Congo que perpetuam um ritmo inédito, herdado de índios e negros, e faz parte da cultura popular capixaba. Notável pela marcação rítmica dos congos, ou seja, tambores, e das casacas, um reco-reco de cabeça esculpida, as bandas de congo são indispensáveis não só nas festas de São Benedito, santo padroeiro dos naufragos desde o século XIX, como também nos bailes e espetáculos de novos artistas como o grupo Manimal, que lançou um novo movimento musical chamado "rockongo", misturando o congo à música pop universal, tendo-se já apresentado pela Europa, e a banda Casaca que fez sucesso nacionalmente, mas a primeira a se

projetar na mídia foi a banda de congo da Barra, liderando o resgate a manifestação folclórica.

Realidade

Apesar de todos os escritos sobre políticas públicas e a educação ambas aplicadas à região local podemos constatar que a região da Barra do Jucu, embora próxima do centro de Vila Velha, é de fato uma região do interior, na questão de verbas para aplicar na educação e até mesmo nos investimentos principalmente industrial, não havendo incentivos fiscais para que indústrias e fabricas se instalem na região. Na região há apenas uma indústria de médio porte, a União Engenharia, que agrega muito da mão de obra local, mas quando precisa de um profissional mais qualificado traz de outras regiões, pois não existe educação tecnológica local.

As escolas que funcionam na região, são mantidas pelos governos Estadual e Municipal.

Em visitas realizadas nas escolas foi constatado que, para incentivar a ida de profissionais para essas escolas, o município oferece um adicional de 15% para professores lotados em escolas da região e manutenção das estruturas, instalações e mobília. O acervo das bibliotecas e o sistema de informação precisam ser melhorados.

Foi observado ainda que a merenda escolar é um fator importante, pois por ser uma região de baixo recurso financeiro por parte da população, as crianças chegam a ir para a escola principalmente por causa da alimentação. Elas vão para escola com o transporte escolar, que é cedido pela prefeitura municipal, mas este, ainda é deficitário.

Em relação ao quadro político na região, foi constatado que não há representação junto à câmara municipal e a comunidade é apática, não lutando pelos seus direitos. Foi observado que uma parcela significativa de moradores da região trabalha em outros centros como: Vila Velha, Vitória, Serra e Cariacica, retornando à Barra do Jucu apenas à noite.

Este fato nos levou a questionar os motivos de não se investir na implantação de empresas, no comércio, no turismo, pois esta região tem um grande potencial turístico. Dessa forma, diminuiria o êxodo de mão de obra para outras regiões.

Um historiador local nos relatou que é importante o intercâmbio do trabalhador com outras regiões, mas que quando isso ocorre acaba tendo um efeito contrário ao pretendido, pois ao invés de trazer qualificação acaba perdendo a mão de obra local, pois o mercado local não absorve estes profissionais.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que o desenvolvimento local não é um receituário de medidas prontas, tampouco padronizadas, para serem aplicadas em qualquer lugar, mas uma estratégia de ação coerente com os princípios e os pressupostos culturais e humanistas, não sendo assim ferramenta para um único segmento usar, mas um tripé envolvendo: governo, comunidade e indivíduo.

O maior desafio, certamente, será criar e consolidar outra cultura de desenvolvimento, cujo objetivo mais importante é, por uma perspectiva cultural, a elevação do estado de bem-estar humano em todas as suas dimensões

psicossocial, ambiental, cultural e econômica. Neste sentido, o enfrentamento e a superação das distintas formas ou manifestações assumidas pela pobreza não de capital, mas sim cultural, requer uma visão mais integrada e humanitária do próprio desenvolvimento. Requer uma visão mais dinâmica dos agentes, a ser entendida como fato historicamente determinado e como realidade sustentada por um conjunto de relações socioeconômicas, cultural e políticas. Por certo há um árduo caminho a percorrer.

Neste sentido, embora difícil, será indispensável rever algumas de nossas crenças e convicções. Sem embargo, este é o desafio maior a ser enfrentado, quebrando e permitindo serem quebrados paradigmas herdados.

Visto o grande potencial existente na região da Barra do Jucu, o seu capital social que é constituído pelos recursos caracterizados pelas relações, tanto dos indivíduos quanto dos grupos, e que envolvem tanto recursos naturais, quanto simbólicos como informações, influência, prestígio, confiança, reconhecimento, isto posto é necessário que se trabalhe de forma mais ativa na região buscando melhorar as condições de trabalho e qualidade de vida dos moradores, além de uma educação de melhor qualidade e buscar aproveitar melhor o seu potencial cultural e turístico.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

- Barra do Jucu, <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/barra-do-jucu.html> Acessado em 07/09/2013
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. São Paulo, Saraiva, 2004.
- _____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - 9394/96**. Brasília - 1996.
- CEPEDA, F. J. T. (1993), “Educação e Desenvolvimento no limiar dos anos 2000”, Economia e Sociologia, nº 59.
- FERRÃO, João, **Serviços e Inovação: Novos Caminhos para o desenvolvimento Regional**, Oeiras, Celta, 1992.
- FILGUEIRAS, Márcio de P. **Tempo e Sociedade entre os Pescadores da Barra do Jucu/ES**. In: SINAIS – Revista Eletrônica - Ciências Sociais. Vitória: CCHN, UFES, Edição n.05, v.1, Setembro. 2009. pp. 145-169.
- GALVÊAS, H.B. **A História da Barra do Jucu: "Gênese da Cultura Capixaba Desenvolvimento Sócio Cultural da Grande Vitória"**, Espírito Santo, Edição do autor, 2005.
- ROMANELLI, O. O. **História da educação no Brasil (1930/1973)**. Petrópolis Vozes 2001.
- SANTOS, E.S.; ARAÚJO, F.X.S.; ESTEVES, L.U.; SILVA, E.B.; CRUZ JÚNIOR, F.O.; SOUZA, C.R., **PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO AMBIENTAL: BREVE DISCUSSÃO SOBRE O PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO CANCÃO, SERRA DO NAVIO**. Revista SODEBRAS. v. 8, no. 95, p. 34-40, 2013.
- SANTOS, A. M. dos. **POLÍTICAS EDUCACIONAIS NO BRASIL**. p. 6-16. Disponível em: <http://www.uniarp.edu.br/periodicos/index.php/professare/article/download/11/24>. Acesso em maio de 2014.

SAVIANI, D. **POLÍTICA EDUCACIONAL
BRASILEIRA: LIMITES E PERSPECTIVAS.** In:
Revista de Educação PUC-Campinas, Campinas, n. 24, p.
7-16, junho 2008.

VII. COPYRIGHT

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

A INTERNACIONALIZAÇÃO DE EMPRESAS EXPORTADORAS DE PEDRAS PRECIOSAS DE SOLEDADE – RIO GRANDE DO SUL (RS)

JULIO CÉSAR ZILLI¹; ANDRESSA CZARNOBAY¹; IZABEL REGINA DE SOUZA¹; ANA PAULA SILVA DOS SANTOS¹; ROSANE ALÉSSIO DAL TOÉ²

1 – UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC; 2 – SENAI
zilli42@hotmail.com

Resumo - A exportação traz vantagens para as empresas, principalmente por diminuir a dependência do mercado doméstico e ser uma fonte alternativa de aumentar as vendas. Com tudo, muitas empresas utilizam dessa prática apenas como atividade esporádica não buscando a possibilidade de conquistar novos mercados. Desta forma, o presente estudo objetivou descrever o processo de internacionalização das empresas exportadoras de pedras preciosas do município de Soledade-RS. Quanto aos fins à pesquisa enquadrou-se como descritiva e quanto aos meios de investigação foi classificada como bibliográfica e de campo. Para a coleta de dados utilizou-se de um questionário, com abordagem qualitativa e quantitativa, aplicado junto a 17 empresas exportadoras de pedras preciosas de Soledade-RS. Com relação ao perfil das empresas exportadoras foi possível identificar que 59% são microempresas constituídas de gestão familiar e suas matérias-primas são compradas por terceiros no mercado interno. A atividade exportadora das empresas ocorre frequentemente e com experiência superior a 10 anos. A internacionalização esta relacionada à procura de clientes estrangeiros pelos produtos ofertados, assim os exportadores se consideram negociantes e buscam essa prática de forma contínua. As empresas enfatizaram o alto custo para produção, o custo logístico, a disparidade entre as moedas e o alto imposto de importação praticado por alguns países. As empresas estão praticando o pós venda, porém não estão desenvolvendo estratégias para melhorar o processo de exportação.

Palavras-chave: Internacionalização. Pedras Preciosas. Soledade.

I. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da economia mundial e também com a velocidade das informações, as empresas almejam espaço cada vez maior no mercado nacional e internacional. Para isso, necessitam de ferramentas que auxiliem em pesquisas direcionadas para o setor de atuação, buscando conhecer melhor o mercado onde estão inseridas.

A importância das exportações para as empresas está ligada a diversificação de mercados, onde a mesma deixa de depender exclusivamente de sua economia local e passa a ter oportunidades diversas em mercados internacionais, aumentando então, seu número de compradores e clientes.

Essa diversificação possibilita diluir riscos e ainda o aumento de vendas e produção, que gradativamente resulta em contratação de novos funcionários, impulsionando a economia do país pelo fato que, aumenta a capacidade de consumo da população.

Com o decorrer dos anos, a internacionalização se tornou uma alternativa viável de expansão de mercados, além de ser fonte de obtenção de lucros e testar as competências das empresas, estabelecendo então, alianças estratégicas importantes para o desenvolvimento das mesmas (MINERVINI, 2001).

Porém, até as empresas que adotam o processo mais simples de internacionalização, que é a exportação, precisam estar cientes que muitas vezes os investimentos só começarão a dar retorno a longo prazo, pois existem muitas barreiras que podem dificultar seu ingresso em mercados externos (MINERVINI, 2001).

Em termos de participação no comércio exterior, o Brasil insere-se no contexto de forma crescente, levando em conta o aumento das atividades de exportação e importação nos últimos anos. Esse fato se comprova quando é analisada a posição comercial brasileira comparada a outros países, sendo que no ano de 2009 o país ocupava o 25º (vigésimo quinto) lugar no ranking dos países importadores e um ano depois, no ano de 2010 o país passou a ocupar a 20º (vigésima) colocação (BRASIL, 2011).

De 2010 para o ano de 2011 o Brasil apresentou uma queda nas importações, passando a ocupar a 21ª (vigésima primeira) posição, segundo o relatório do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). Assim enquanto o país obteve um aumento de 24,5% em suas importações comparando os anos de 2010 e 2011, o mesmo apresentou uma retração de 1,4% em suas importações comparando os anos de 2011 e 2012 (BRASIL, 2012; 2013).

Referindo-se as exportações, em 2009 o país ocupava o 24º (vigésimo quarto) lugar e em 2010 passou a ocupar o 22º (vigésimo segundo) lugar, mantendo a posição no ano de 2011, entre os demais países que comercializam produtos em mercados estrangeiros. Pode-se identificar que as exportações obtiveram um aumento significativo de 26,8% comparado com os anos de 2010 e 2011, porém com relação

aos anos de 2011 e 2012, as exportações apresentaram uma queda e 5,3% (BRASIL, 2012; 2013).

Os principais produtos que o Brasil exportou no ano de 2012 foram: minérios, petróleo e combustíveis, complexo soja, material de transporte, produtos metalúrgicos, químicos, carne, açúcar e etanol, máquinas e equipamentos, papel e celulose, café, equipamentos elétricos, fumo e sucedâneos, calçados e couro e têxteis (BRASIL, 2012).

O Estado do Rio Grande do Sul, desde o ano de 2003, está mais focado para as exportações, sendo que é um dos principais contribuintes para o crescimento do país no exterior, em especial devido ao seu potencial exportador e a uma cultura industrial fortemente evoluída. O Estado foi o terceiro maior exportador brasileiro desde o ano de 2004 até 2010 (BRASIL, 2012).

Com tudo, no ano de 2011, o estado do Rio Grande do Sul passou a ser o quarto exportador brasileiro, perdendo sua posição para o estado do Rio de Janeiro. No ano de 2012, o estado passou para a quinta posição, agora ficando atrás também do estado do Paraná, obtendo uma representatividade de 7,17% das exportações nacionais (BRASIL, 2013).

Os 10 principais destinos das exportações do Rio Grande do Sul são: China, Panamá, Países Baixos (Holanda), Argentina, Estados Unidos, Paraguai, Coréia do Sul, Alemanha, Bélgica e Uruguai. Já os produtos que o Estado mais exportou no ano de 2013 foram: Plataformas de perfuração, soja, fumo, bagaços e outros resíduos sólidos, carne de frango, automóveis dentre outros (BRASIL, 2013).

O município de Soledade-RS conta com várias empresas exportadoras de pedras preciosas, uma vez que seu parque industrial é constituído, predominantemente, pelo setor de industrialização de pedras preciosas, exportando em média 95% de seus produtos para os Estados Unidos, Europa e Ásia. O município conta também com indústrias do ramo da metalúrgica, erva-mate, madeireira, trigo e desdobramento de mármore e granitos (IBGE, 2010).

Devido à importância da comercialização de pedras preciosas no município de Soledade-RS, este trabalho objetivou apresentar o processo de internacionalização das empresas exportadoras de pedras preciosas do município.

II. O SETOR DE PEDRAS PRECIOSAS

O setor de pedras preciosas gera no Brasil algo aproximado a 500.000 empregos diretos em aproximadamente 2.000 empresas. Esse número se caracteriza por sua maioria (93%) serem micro ou pequenas empresas. A atividade no setor compreende a várias etapas no processo de pedras preciosas, onde pode-se dividir em 4 etapas que são: extração da matéria prima; lapidação; industrialização e por fim a comercialização no mercado interno e externo (IBGM, 2014).

A partir disso, pode-se verificar que apenas 10% da produção brasileira de pedras preciosas destinam-se ao mercado interno, pois o restante é exportado para o exterior cujos produtos comercializados em sua maioria são pedras em bruto e com baixo valor agregado pela falta de industrialização, mesmo que o Brasil detenha 1/3 de toda a produção do setor e ser muito conhecido pela diversidade de minerais (COSTA, 2007).

Pode-se notar que existem países que importam esses produtos do mercado brasileiro e agregam valores a ele,

onde inicia-se o processo de beneficiamento em países que obtêm maior detenção de tecnologia. Ao passar pelo beneficiamento, o produto comercializado pode somar em seu valor mais de 50 vezes o preço que foi praticado quando estava em estado bruto (COSTA, 2007).

A prática de extração de pedras preciosas é realizada em vários estados brasileiros, porém os estados que mais vem se destacando são: Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Pará e Tocantins (BRANCO; GIL, 2002).

A Figura 1 apresenta as exportações brasileiras da NCM 71031000 (pedras preciosas ou semipreciosas em bruto ou simplesmente serradas ou desbastadas) no período de 2007 a 2011, com um declínio em 2009 e uma recuperação crescente a partir de 2010 até 2011 em FOB US\$/milhões.

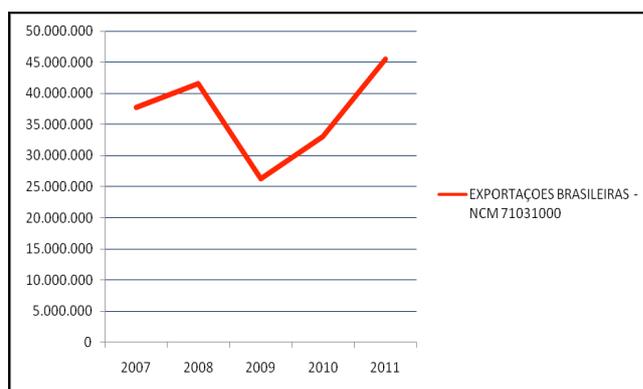


Figura 1- Exportações brasileiras
Fonte: ALICEWEB (2014)

Em 2007 o Brasil exportou US\$/FOB 37.760.183, em 2008 US\$/FOB 41.646.704 e em 2009 as vendas recuaram e totalizaram US\$/FOB 26.291.508. Os valores voltam a crescer em 2010 com US\$/FOB 33.085.483 e encerrou o ano de 2011 também com crescimento, totalizando US\$/FOB 45.555.030.

O Rio Grande do Sul, Estado que predominou a pesquisa, vem sendo o maior exportador brasileiro de pedras preciosas lapidadas e o segundo exportador em pedras brutas, perdendo apenas para o estado de Minas Gerais, onde possui muitas reservas de pedras. Com tudo, no que tange o comércio de pedras brasileiras lapidadas, o país ainda possui baixa capacidade produtiva e com qualidade inferior se comparada ao beneficiamento que outros países praticam e ainda os preços não são considerados competitivos (BRANCO; GIL, 2002).

A Figura 2 demonstra a evolução das exportações do Estado do Rio Grande do Sul no que tange a NCM 710310000 no período de 2007 a 2011, destacando que no ano de 2008 e 2009 obteve uma baixa nas exportações.

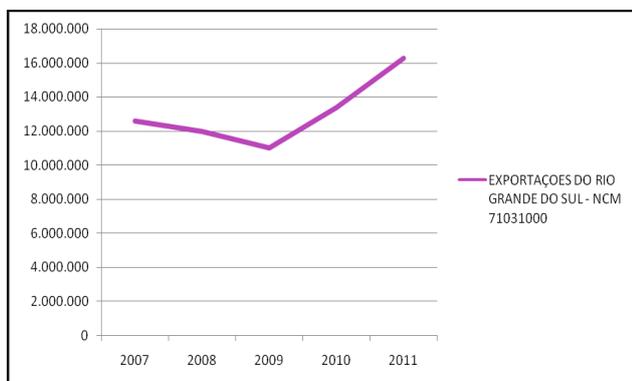


Figura 2 - Exportações Rio Grande do Sul
Fonte: ALICEWEB (2014)

Em 2007 o Estado do Rio Grande do Sul exportou US\$/FOB 12.605.679, em 2008 US\$/FOB 11.990.019 e em 2009 as vendas recuaram ainda mais, totalizando US\$/FOB 11.021.400. Seguindo o mesmo cenário nacional, os valores voltam a crescer em 2010 com US\$/FOB 13.379.081 e encerrou o ano de 2011 também com crescimento, totalizando US\$/FOB 16.256.611.

No que se refere a NCM 71031000 – Pedras preciosas ou semipreciosas em bruto ou simplesmente serradas ou desbastadas, que engloba a maior parte das exportações do município de Soledade-RS, a Figura 3 demonstra a evolução do ano de 2007 até o ano de 2011 em FOB US\$/milhões.

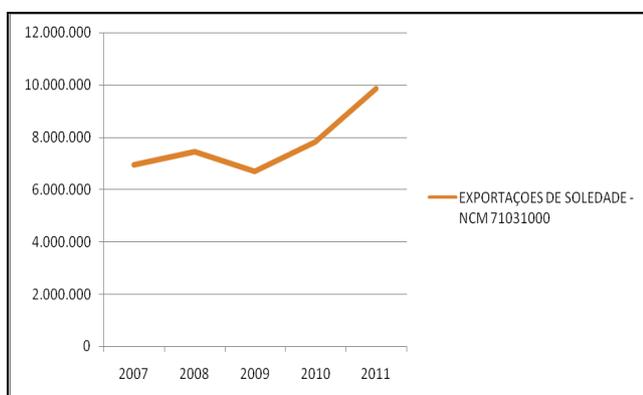


Figura 3 - Exportações de Soledade-RS
Fonte: ALICEWEB (2014)

O município de Soledade - RS situa-se no norte do Rio Grande do Sul, na serra gaúcha onde encontra-se à uma altitude de 726 metros acima do nível do mar. O município encontra-se a uma distância de 220 quilômetros da capital do estado, Porto Alegre. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLEDADE, 2014).

Em 2007 o município de Soledade-RS exportou US\$/FOB 6.936.474, em 2008 US\$/FOB 7.426.657 e em 2009 as vendas recuaram, totalizando US\$/FOB 6.681.587. Também seguindo o mesmo cenário nacional, os valores voltam a crescer em 2010 com US\$/FOB 7.822.499 e encerrou o ano de 2011 com crescimento, totalizando US\$/FOB 9.844.203 (BRASIL, 2013).

O setor de pedras preciosas que engloba todos os tipos de pedras preciosas e semipreciosas contribuiu com as exportações no município com um total de US\$ 60.546.844 no ano de 2011, fato que mostra a dominância do setor na região por ocupar 79% das exportações do município como um todo (BRASIL, 2013).

No ano de 2011 as exportações do município ficaram em torno de US\$ 77.600.077 milhões, já as importações atingiram o número de US\$ 2.051.211 milhões, apresentando um saldo positivo de US\$ 75.548.866 milhões (BRASIL, 2013).

O setor de pedras preciosas contribuiu com as exportações no município com um total de US\$ 60.546.844 no ano de 2011, fato que mostra a dominância do setor na região por ocupar 79% das exportações do município (BRASIL, 2013).

III. MATERIAL E MÉTODOS

Quanto aos fins de investigação a pesquisa foi caracterizada como descritiva (CERVO; BERVIAN, 2002), levando em conta que o objetivo da investigação foi descrever o processo de internacionalização das empresas exportadoras de pedras preciosas do município de Soledade-RS.

Com relação aos meios de investigação da pesquisa caracterizou-se como bibliográfica e de campo (GIL, 2002; VERGARA, 2010).

A pesquisa bibliográfica esteve presente nesse estudo, uma vez que utilizou-se em seu processo de fundamentação teórica, livros, artigos, dados em *sites* estatísticos do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) e Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM) trazendo cientificidade ao estudo.

Para atingir o objetivo proposto aplicou-se um questionário, com abordagem qualitativa e quantitativa (VERGARA, 2010), junto às empresas exportadoras de pedras preciosas do município de Soledade-RS, classificando-se assim a pesquisa de campo.

A população alvo desta pesquisa foi composta por 21 empresas exportadoras de pedras preciosas do município em estudo, uma vez que localizou-se no *site* do MDIC a lista de empresas exportadoras para então aplicar a pesquisa em forma de questionário.

No que tange o plano de amostragem, a pesquisa enquadrou-se na amostragem probabilística, uma vez que obteve respostas da grande maioria das empresas e a parte minoritária que não respondeu a pesquisa era composta por poucas empresas, cujo perfil não alteraria significativamente os resultados finais da pesquisa. Desta forma, a amostra da população alvo foi composta por 17 empresas que efetivamente responderam o questionário de pesquisa.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário, com abordagem qualitativa e quantitativa (VERGARA, 2010), sendo composto por 31 perguntas, nas quais duas eram abertas e 29 eram perguntas fechadas. O questionário foi estruturado em cinco perfis, sendo: a) Perfil empresarial; b) Perfil da atividade exportadora; c) Perfil da inserção internacional; d) Perfil das barreiras internas e externas; e) Perfil dos incentivos fiscais e o; f) Perfil do marketing estratégico.

IV. PERFIL EMPRESARIAL

A maior parte das empresas exportadoras de pedras preciosas do município de Soledade-RS classifica-se como microempresa, representando 59% do total. Em segundo lugar, com 29% classificam-se as empresas de médio porte. Já as empresas de grande porte, apresentaram a menor

representatividade, com 12% do total. A partir de dados da IBGM (2009), o Brasil possui 2.000 empresas que estão voltadas para o setor de minerais e pedras preciosas, nos quais, a maioria dessas empresas se classifica como microempresa (BATISTI, 2009).

Com relação ao tipo de gestão praticada pelas empresas, verificou-se que 88% das empresas praticam gestão familiar com capital 100% nacional. Empresas com gestão profissional e mista ocuparam cada uma 6% do total da pesquisa. Este resultado está em consonância com os estudos de Storti e Mazon (2011) onde descrevem que o município de Soledade-RS é originalmente constituído por empresas familiares.

A maior parte das empresas pesquisadas, representando 43% compra suas matérias-primas de fornecedores que comercializam as pedras brutas no mercado interno. Identificou-se também que 28% possuem mina de extração própria e ainda compram de terceiros. No que tange a compra de fornecedores no mercado externo, 24% das empresas utilizam desse meio para conseguir seus produtos para posterior revenda para outros mercados internacionais. Por fim, 5% das empresas adquirem seus produtos utilizando apenas suas minas próprias.

Vale ressaltar que a extração de minerais é uma fonte esgotável e de certa forma garante produtos exclusivos, fato que valoriza o produto. Porém, por outro lado compromete as possibilidades dos comerciantes além de possuir um certo grau de dificuldade para a extração desses produtos. Em consonância com os resultados obtidos na pesquisa, os estudos de Storti e Mazon (2011) afirmam que grande parte das empresas que comercializam pedras preciosas para o mercado externo compra a matéria prima de fornecedores que comercializam a pedra bruta originárias de minas de extração.

Esta questão permite visualizar que, embora grande parte das empresas possua mina de extração própria, a dependência de terceiros dentro do mercado interno vem superando essa realidade, pois leva-se em conta que o município de Soledade-RS é referência nacional em industrialização e beneficiamento de pedras preciosas, não obtendo grande representatividade em extração de pedras (COSTA, 2007).

V. PERFIL DA ATIVIDADE EXPORTADORA

A maior parte das empresas exporta pedras decorativas, levando em conta que 50% das empresas comercializam esse tipo de produto. Em seguida, com 23% destacam-se as empresas exportadoras de pedras brutas, 19% exportam pedras para coleção e 8% pedras joias. Segundo dados do IBGM (2012) a NCM 71031000, que inclui pedras preciosas ou semipreciosas, em bruto ou simplesmente serradas ou desbastadas, obteve grande representatividade no que se refere ao faturamento das empresas que comercializam pedras industrializadas no município de Soledade-RS.

Quando questionadas sobre o faturamento, identificou-se que 70% das empresas possuem de 91% a 100% de seu faturamento advindo da exportação. Ainda 12% das empresas possuem até 20%, outros 6% de 21% a 40% e 12% de 41% a 60% de seu faturamento originário da atividade exportadora. Identificou-se também que 76% das empresas entrevistadas destinam de 91% a 100% de sua

produção ao mercado externo. Outros percentuais como 18% designam de 81% a 90% e 6% de 21% a 40% ao mercado exterior.

Pelo fato da demanda das empresas estar bastante ligada ao mercado internacional, é natural que a sua produção também esteja muito correlacionada com as exportações. Assim, além do faturamento das empresas ser bastante representado pelos mercados internacionais sua produção visa o foco principal das empresas, que demonstraram ser as exportações, principalmente por elas atrelarem a principal fonte de lucro das empresas.

Com os dados coletados, notou-se que os mercados de maior atuação são Europa e Ásia, com 23% cada continente. Logo a seguir destaca-se a América do Norte, onde 22% das empresas enviam suas mercadorias para clientes dessa região. Ainda, com menor representatividade, aparecem os mercados da África (3%), América Central (5%), América do Sul (6%), Oceania (9%) e Oriente Médio (9%).

É importante ressaltar que, os países localizados mais próximos não obtiveram grande representatividade na pesquisa, levando em conta que em termos logísticos seria mais simples a realização das exportações. Porém, no que se refere aos continentes com maior índice de exportações (Ásia, Europa e América do Norte), nota-se que esse fato ocorre justamente por existir grande procura por produtos desse ramo por parte dos importadores.

Cabe a empresa refletir sobre a decisão de estar buscando novos mercados, ressaltando que é importante que o exportador busque conhecimentos necessários para atuar em novos mercados e analisar possíveis concorrentes a fim de definir as estratégias que devem ser aplicadas (VAZQUEZ, 2001).

As empresas indicaram que os principais produtos exportados são: Ágatas, Ametistas, Cristais, Calcita, Citrino, Olho de Tigre, Sodalita, Quartzo Rosa/Verde, Jaspe, Geodos, Druzas, Pontas e Pedras em bruto.

Destaca-se que entre as empresas existem pouca similaridade dos produtos de venda, como Storti e Mazon (2011, p. 36) relatam: “Cada empresa buscou especializar-se em um tipo de pedra, produto ou variedade de subprodutos. Encontra-se, inclusive, empresa especializada em produtos para colecionadores – coleções de tipos de pedras, joias e produtos com alto valor agregado –, além de indústrias especializadas em obras de cristal e pedras brutas. Outras trazem produtos prontos de diversas regiões para vender em sua empresa, como esculturas e algumas joias”.

Alguns entrevistados relataram que as empresas não possuem produtos (tipos de pedras) muito semelhantes, pois é comum notar que uma grande parte das empresas se especializa em determinados tipos de pedras. Assim, é possível explicar o motivo de tantos produtos diferentes no rol de principais produtos que as empresas exportam.

Com resultado da pesquisa nessa questão notou-se que, 88% das empresas comercializam com os clientes internacionais o mesmo produto vendido no mercado interno. Já 12% das empresas afirmaram que os produtos lançados ao exterior se diferem por possuir maior índice de qualidade.

A qualidade do produto influencia diretamente na vantagem competitiva que a empresa necessita ter perante aos concorrentes, tendo em vista que a qualidade se firma principalmente pelo grau de diferenciação e inovação dos produtos comercializados. Leva-se em conta também que

em termos de mercado internacional os produtos são mais competitivos, pois existem empresas de diferentes países buscando oportunidades para conquistar compradores (PALACIOS; SOUZA, 2004).

VI. PERFIL DA INSERÇÃO INTERNACIONAL

No que tange ao tempo de atuação das empresas no exterior, visualizou-se que a maior parte delas está realizando atividades internacionais por um período maior de 10 anos, que representam 76% do total das empresas entrevistadas. Constatou-se também que 12% das empresas atuam entre 5 a 7 anos e outros 6% de 7 a 9 anos e 1 a 3 anos respectivamente.

A partir desses dados é possível identificar que uma grande fatia das empresas já está atuando em mercados internacionais há um período maior de 10 anos, demonstrando a experiência por parte dos exportadores com os mercados de atuação, podendo facilitar os processos e ainda possuindo relevância diante de situações de riscos.

A maior parte das empresas, com 47% estão realizando suas atividades exportadoras semanalmente e outras com 41% enviam mercadorias para o exterior em média uma vez por mês. Ainda 6% das empresas realizam embarques quinzenalmente e eventualmente ao exterior respectivamente.

A partir de relatos das empresas foi possível identificar (dentre as quais exportam semanalmente) que o número de embarques semanais muitas vezes ultrapassa a faixa de 5 embarques por semana.

Quando questionadas sobre o que motivou a empresa a exportar pela primeira vez, identificou-se que 54% foram motivadas a iniciar suas exportações pela procura de clientes do mercado externo. Ainda destacaram-se o crescimento empresarial (21%), maiores lucros (13%), ampliação de mercados, diminuição dos custos produtivos e experiência internacional com 4% para cada item.

A partir dessas informações nota-se que as empresas são impulsionadas por um fator motivacional muito expressivo para as exportações, que é a procura do próprio importador pelos seus produtos, onde de 17 empresas, 13 relataram essa procura. Um fator muito positivo, pois demonstra que existe demanda para esse setor.

A maior parte das empresas entrevistadas, com 28% participa da feira local (EXPOSOL) para encontrar possíveis compradores. Este fato é confirmado por Storti e Mazon (2011), pois afirmam que a EXPOSOL é a principal feira nacional de pedras preciosas.

Pode-se notar também que 27% das empresas utilizam da *internet* para encontrar novos parceiros comerciais. Esse alto índice nas empresas pode ser explicado pelo fato que a internet é uma ferramenta muito eficaz e de rápido acesso, além do custo ser muito baixo, possibilitando assim destaque nas negociações (ZOLTNER, 2004).

É relevante ressaltar que 24% dessas empresas entrevistadas estão participando de feiras internacionais com esse intuito, viagens de negócios (12%), agentes (6%) e câmara de comercial bilateral (3%).

Apesar desta questão relatar como as empresas buscam clientes, foi possível identificar por meio das entrevistas que a maior parte dos clientes internacionais está vinda de encontro com a empresa, ou seja, existe uma grande procura do mercado externo por esse tipo de produto, levando em

conta que essas visitas não ocorrem somente na EXPOSOL e sim no ano todo.

No que tange a forma de comercialização, a maior parte das empresas, ou seja, 68% utilizam a exportação direta para comercializar suas mercadorias. As exportações indiretas e mistas estão sendo usadas por 16% das empresas respectivamente.

Com as exportações diretas, a empresa obtém maior rentabilidade comparando-se com as outras modalidades. Esse fato ocorre devido a empresa não possuir gastos intermediários no mercado doméstico, diminuindo os custos. Outro fator vantajoso na exportação direta é a capacidade de retorno direto, o *feedback*, que permite à empresa um aprendizado considerável por estar em contato direto com o importador (CIGNACCO, 2009).

Quando questionadas sobre os processos administrativos e aduaneiros, a pesquisa identificou que 71% das empresas terceirizam a operação administrativa, logística e aduaneira, sendo que 29% das empresas possuem setor de comércio exterior dentro da própria organização.

A medida na qual as empresas vão crescendo, se torna necessário inserir um setor de comércio exterior para melhor atender as necessidades das instituições. Porém, caso a empresa não esteja preparada para ter um setor, mesmo que grande parte de sua produção seja destinada ao exterior, é importante que siga com a terceirização desse serviço, onde de certa forma a eficiência desse processo pode continuar garantida (LUDOVICO, 2002).

Com uma parcela de 94% das empresas se consideram negociantes, onde leva-se em conta a obtenção de lucros a longo prazo. Já uma menor parte, representada por 6% das empresas entrevistadas se consideram comerciante, onde a exportação é considerada como fonte esporádica e que oferece retorno a curto prazo.

Esse tópico relatou que as empresas no geral estão com foco a longo prazo a partir de suas negociações internacionais, pois é de extrema importância que as empresas busquem crescimento no mercado exterior e formem negociantes dentro de seu corpo organizacional (KUAZAQUI, 2007).

VII. PERFIL BARREIRAS EXTERNAS E INTERNAS

Constatou-se que a principal barreira interna encontrada pela maior parte das empresas é o alto custo de produção, com 43%. Em seguida, a segundo maior dificuldade são os altos custos logísticos, com 30% de representatividade.

O alto custo logístico é um fator que obtém bastante relevância, sendo um dos principais desafios internos que as empresas encontram. Esse fato se dá principalmente pela falta de investimento que melhorem efetivamente os modais de transportes que compõem as frotas brasileiras, acarretando de tal forma o custo praticado para a mercadoria chegar até o lugar de destino e implicando diretamente no preço da mercadoria (DANTAS, 2005).

Ainda nas barreiras internas destacaram-se a baixa capacidade de produção com 13% e os riscos em vendas internacionais e baixo capital para investimentos, ambos com 7%.

Notou-se que, na listagem de possíveis dificuldades externas, a que mais se destacou foi o câmbio, sendo que 28% das empresas selecionaram essa opção. A instabilidade

financeira foi marcada por 17% das empresas. A burocracia gerada para enviar as mercadorias ao exterior também foi elencada como forte dificuldade de cunho externo por 14% das empresas e outras 14% relataram que as normas e leis vem influenciando como dificuldade nesse processo. Com menor representatividade, destacaram-se as políticas governamentais com 12%, preços não competitivos com 9% e o idioma e cultura com 5%.

64% das empresas ressaltaram o elevado imposto de importação como barreira na inserção do produto. 12% das empresas relataram como barreira a proibição de entrada do produto. A valoração aduaneira foi selecionada também por 12% das empresas como barreira para inserção no mercado internacional, juntamente com 6% para as barreiras técnicas e sanitárias respectivamente.

Com tudo, enfatizando a alternativa que obteve maior representatividade, ou seja, o elevado imposto de importação cobrado, alguns países utilizam desse método justamente para dificultar a entrada das mercadorias estrangeiras com o objetivo de proteger suas empresas domésticas. Essa imposição governamental acaba por elevar o preço das mercadorias, tornando-a assim menos atraente para os importadores (VAZQUEZ, 2001).

VIII. PERFIL DOS INCENTIVOS FISCAIS

A pesquisa identificou que 82% das empresas não estão utilizando nenhum incentivo fiscal. Porém, é possível visualizar que 18% das empresas relataram que fazem uso de algum incentivo fiscal, tais como: “Estamos utilizando ultimamente o programa Crédito de IPI e ICMS” (Empresa 1); “Atualmente a empresa está utilizando o adiantamento de crédito” (Empresa 2); “A empresa está utilizando do drawback, ACC e ACE para estar financiando os custos de produção no pós e no pré-embarque” (Empresa 3).

Por conseguinte, não foi questionado às empresas quais seriam seus motivos para não estarem utilizando atualmente de algum incentivo governamental para a prática exportadora.

IX. PERFIL DO MARKETING INTERNACIONAL

A partir da pesquisa, identificou-se que 40% das empresas realizam adaptações em seu produto por motivos de exigências relacionadas à qualidade e 18% efetuam adaptações referente a armazenagem do produto. Os rótulos específicos e padrões em relação ao peso corresponderam a 12% da amostra e com 9% destacaram-se respectivamente os padrões em relação a medida e também as empresas que não realizam nenhuma modificação nos produtos.

Com as entrevistas, os exportadores relataram que as modificações referente a qualidade que partem do pressuposto que o cliente estrangeiro procura produtos com maior qualidade e se dispõe em pagar mais por isso, o que não acontece tão frequente no mercado interno, onde a maior parte dos clientes domésticos procuram peças com qualidade um pouco inferior a exportada por obter um preço mais competitivo.

A partir das informações coletadas, verificou-se que 82% das empresas realizam suas exportações com marca própria. Apenas 18% delas responderam que não utilizam marca própria no processo de exportação.

Verificou-se que é possível encontrar no exterior produtos com a marca própria da empresa, porém essas mercadorias quando exposta para venda no mercado exterior estão acompanhadas de outras peças de outras empresas não obtendo tanta evidência. Com tudo, é possível identificar que as empresas de pedras preciosas do município, no que tange as exportações, trabalham fortemente de forma coletiva, onde uma impacta diretamente na outra, representando assim uma marca coletiva, que é denominada pelo próprio nome do município.

Storti e Mazon (2011, p.39) destacam que: “O setor ganha na soma de ações coletivas, ou seja, Soledade já se destaca pelas pedras e pela força que as empresas representam. A saída ou o fechamento de uma destas, principalmente de grande porte e tradição, afeta significativamente a “marca” Soledade como capital e ponto de referência para venda de pedras (...)”.

O que é frequente visualizar no ramo das pedras preciosas é que o importador ao vender suas mercadorias sempre relata aos seus clientes o país de origem da mercadoria, ou de onde o mesmo comercializou o produto, não relatando de fato a empresa que fabricou ou extraiu essa mercadoria, tornando assim os grandes centros de comercialização de pedras preciosas e semipreciosas como referencia na hora da comercialização.

Observou-se com a pesquisa que 94% das empresas não estão divulgando sua marca em mercados internacionais. Apenas 6% das empresas que responderam ao questionário estão utilizando de ferramentas para divulgar sua marca internacionalmente.

Deve-se levar em conta que, as empresas da região costumam a divulgar a marca de forma coletiva, onde o que se destaca é a marca do município de Soledade-RS, por ser um pólo de industrialização de pedras preciosas (STORTI; MAZON, 2011).

Analisando o resultado dessa questão é possível visualizar que as empresas não estão utilizando de ferramentas para divulgar sua marca no mercado exterior, esse é um fator negativo, pois a promoção pode ser uma grande aliada para disseminar a marca e consequentemente aumentar as vendas.

A pesquisa identificou que 38% das empresas participam de feiras internacionais como auxílio na promoção de seus produtos. Já 28% das empresas possuem força de vendas com apoio de agentes ou representantes para promoção de seus produtos. Nota-se também que 19% das empresas utilizam de promoção de vendas, que seria o uso de amostras e descontos para seus clientes. Com menor representatividade, destacaram-se a promoção de vendas/amostras, propaganda e relações pública, ambas com 5%.

Participar de feiras internacionais pode ser uma atitude muito promissora para empresa caso planeje minuciosamente sua participação. Para garantir o sucesso nas feiras internacionais é preciso aliar as vantagens ligadas a venda pessoal e também a publicidade da empresa (VAZQUEZ, 2001).

No que tange os desafios encontrados para aplicação do preço para exportação, os que obtiveram mais relevância foram: 28% das empresas relataram que estão encontrando dificuldade pelo fato da eventual crise mundial; 25% relataram que a disparidade entre as moedas é um fator desafiador para se calcular o preço adequado e também foi

relatado por 19% das empresas é o baixo preço aplicado pelos concorrentes. Ainda com 16% foi mencionado os gastos elevados com custos logísticos, e com 6% as imposições tarifárias no mercado externo e produtos de baixo custo.

A atual crise que se instalou nos EUA e na Europa vem dificultando acentuadamente não somente a aplicação dos preços, como também as vendas dos produtos, conforme foi pontuado por mais da metade das empresas que participaram da pesquisa.

Além do fator relacionado à crise mundial que dificulta os preços na exportação, principalmente por esses mercados serem os principais compradores no setor, um outro fator também muito comentado entre os entrevistados, é a disparidade entre as moedas, levando em conta que a moeda de negociação é o dólar.

No que tange os métodos de pós venda, 50% das empresas relataram que após as negociações entram em contato com os clientes para identificar a satisfação do mesmo e se tudo correu bem como forma de realizar a pós venda de seus produtos. Já 35% das empresas relataram que realizam trocas de mercadorias caso seja solicitado pelo cliente e outras 15% relataram que oferecem garantia para o produto com o intuito de atender seus clientes após a compra das mercadorias.

Com tudo, pode-se analisar que todas as empresas que participaram da pesquisa estão utilizando algum meio de pós-venda com seus clientes internacionais, esse é uma fator de muita importância para a empresa, onde a mesma pode garantir mais facilmente a satisfação do cliente.

Identificou-se que 76% das empresas, a grande maioria delas, não estão desenvolvendo estratégias com a intenção de melhorar seus processos na área de exportação da empresa. Com tudo, 24% das empresas estão desenvolvendo estratégias, fato muito positivo para seu processo de exportação.

Essas empresas que estão desenvolvendo estratégias relataram o que: “Estamos constantemente procurando melhorar nossos softwares, embalagem, e outros processos (Empresa 1). A nossa empresa vem buscando desenvolver novos produtos como principal estratégia de aumento de vendas (Empresa 2). Buscamos sempre aprimorar nossa forma de exportação, reduzindo prazos de entrega e minimizando custos. Resultando, desta forma, em uma maior satisfação dos nossos clientes (Empresa 3). Desenvolver novos produtos e melhorar a qualidade de produtos já existentes” (Empresa 4).”

Pode-se notar que as expectativas de algumas empresas são positivas, mantendo uma média de expectativa de crescimento de vendas de 5% a 20%. Porém, é notória a grande preocupação por parte das empresas com a atual crise de âmbito global que está afetando seus maiores compradores. Outro fator com bastante destaque está relacionado ao dólar, já que as mercadorias são comercializadas com essa moeda.

X. CONCLUSÃO

Este artigo objetivou identificar o processo de internacionalização das empresas exportadoras de pedras preciosas do município de Soledade, localizada no Estado do Rio Grande do Sul. Desta forma, conclui-se que:

- a) Em sua maioria são microempresas com gestão familiar, capital 100% nacional, sendo as mercadorias adquiridas de terceiros no mercado interno;
- b) Comercializam principalmente pedras decorativas e brutas, com 91% a 100% de seu faturamento e produção destinada ao mercado externo;
- c) Dentre os principais mercados de atuação destacam-se a China, Europa e os Estados Unidos da América;
- d) Atuam no mercado externo a mais de 10 anos, com exportações semanais e com um perfil negociante, ou seja, obtenção de lucros a longo prazo;
- e) Iniciaram suas exportações pela procura do próprio importador e com expectativa de crescimento;
- f) As vendas na sua grande maioria são realizadas de forma direta;
- g) Os processos administrativos e aduaneiros são terceirizados pela grande maioria das empresas;
- h) Dentre as barreiras internas e externas destacam-se o câmbio, políticas governamentais, altos custos logísticos/produção e o imposto de importação para a inserção do produto no mercado internacional;
- i) Os incentivos fiscais disponibilizados pelo governo não são em sua grande maioria utilizados pelas empresas exportadoras;
- j) A divulgação da marca é feita de forma coletiva, ou seja, destaca-se a marca do município de Soledade, por meio da participação de feiras internacionais e nacionais;
- k) A grande maioria da amostra não está desenvolvendo estratégias para melhorar o seu processo de exportação; e
- l) Existem expectativas de crescimento de 5% a 20% para os próximos anos, porém com atenção relacionada à crise mundial e ao dólar que podem causar baixas nas vendas externas.

Sugere-se que as empresas procurem por cursos relacionados à legislação aduaneira e incentivos fiscais, pois assim tornar-se-ão mais competitivas no mercado internacional. Ainda, sugere-se a prospecção de clientes em nichos de mercados alternativos, pois seus principais países de atuação estão passando por crises e/ou recessões com o intuito de diminuir assim o impacto de suas vendas.

XI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALICEWEB. SISTEMA DE ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DE COMÉRCIO EXTERIOR VIA INTERNET. 2014. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- BATISTI, V. de S. 2009. **Políticas para aglomerados produtivos: Uma análise do arranjo produtivo local de gemas e joias do Estado do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 185 p.
- BRANCO, Pércio M.; GIL, Cláudio A. A. **Mapa Gemológico do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre: CPRM, 2002.
- BRASIL. **Balança Comercial Brasileira: Dados Consolidados**. 2012. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_13657_87109.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- BRASIL. **Balança Comercial: Unidades da Federação**. 2013. Disponível em:

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

- <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1076>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- BRASIL. **Outras estatísticas de comércio exterior: Comércio mundial por países - 1990 a 2011.** 2011. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=608>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- CERVO, Amando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica.** 5. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 242 p.
- CIGNACCO, Bruno Roque. **Fundamentos de Comércio Internacional para pequenas e médias empresas.** São Paulo: Saraiva 2009. 309 p.
- COSTA, Manfred. **Beneficiamento de Pedras Preciosas no Vale do Itaguari** – Diagnóstico e modelo para análise e redução de Perdas nos processos produtivos. 2007. 128 f. Dissertação (Pós Graduação) - Curso de Engenharia da Produção, Ufrgs, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13438/0/00639462.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- DANTAS, Edmundo Brandão. **Marketing descomplicado.** Brasília: Editora SENAC, 2005. 316 p.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 159 p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010.** Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=42>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- IBGM. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS. Disponível em: <<http://www.ibgm.com.br/site/>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- KUAZAQUI, Edmir. **Marketing internacional: desenvolvendo conhecimentos e competências em cenários globais.** São Paulo: M. Books, 2007. 208 p.
- LUDOVICO, Nelson. **Comércio Exterior: Preparando sua empresa para o mercado global.** São Paulo: Thompson – Pioneira, 2002. Vol II
- MINERVINI, Nicola. **O exportador.** 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2001. 394 p.
- PALACIOS, Tomás Manuel Bañegil; SOUZA, José Manuel Meireles de. **Estratégias de marketing internacional.** São Paulo: Atlas, 2004. 255 p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLEDADE. **Histórico.** Disponível em: <<http://soledadenoticias.com/especial?id=47>>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- STORTI, Adriana Troczinski; MAZON, Fernando Sérgio. Estudo sobre o setor de pedras em Soledade (RS) sob a ótica das teorias dos distritos industriais. **Perspectiva Econômica.** jan-jun. 2011. Disponível em: <http://revistas.unisinus.br/index.php/perspectiva_economica/article/view/1295/357>. Acesso em: 12 fev. 2014.
- VASQUEZ, José Lopes. **Comércio exterior brasileiro.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 324 p.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 12. Ed. São Paulo: Atlas, 2010. 94 p.
- ZOLTNER, Andris A. **Manual completo para acelerar o desempenho da força de vendas.** São Paulo: Cultrix, 2004. 424 p.

MÉTODOS DE CONTROLE DE FITÓFTORA EM PIMENTÃO

LAÍS BARBOSA PRAZERES MENDONÇA¹; LÍSIAS COELHO²; JULIANA STRACIERI¹;
MARIANA GUIMARÃES PACÍFICO¹, AMANDA LETÍCIA DA SILVEIRA¹, FERNANDA DIAS PEREIRA¹
1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA 'JÚLIO DE MESQUITA FILHO' - UNESP, JABOTICABAL – SP;
2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU CÂMPUS UMUARAMA, UBERLÂNDIA – MG.
juliana_unesp@hotmail.com

Resumo - O pimentão é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e tem grande importância econômica, a ocorrência de doenças é um dos principais entraves no cultivo do pimentão. O fungo *Phytophthora* sp. pode causar sérios prejuízos para os produtores, principalmente em condições de alta umidade, quando o fungo tem a capacidade de provocar a murcha e, em poucos dias, a morte da planta. Este trabalho teve como objetivo testar a patogenicidade de três isolados de *Phytophthora*, obtidos em um plantio comercial de pimentão em Uberlândia, ao pimentão híbrido *Dahra R*, bem como avaliar formas de controle da doença. Os três isolados de *Phytophthora* sp. foram submetidos ao teste de patogenicidade e foram expostos à oito formulações comerciais registradas e a sete doses de silício, para a avaliação de eficiência de controle do patógeno *in vitro*. Dos três isolados testados o PP3 foi o que apresentou maior agressividade quanto a murcha das plantas e o isolado PP1 foi o mais agressivo quanto a capacidade de provocar morte das plantas. Quanto aos testes com os fungicidas foi observado que o isolado PP1 é o mais tolerante ao efeito dos fungicidas seguido pelo PP3, o silício apresentou potencial para inibição do crescimento de *Phytophthora* sp.

Palavras-chave: *Capsicum Annuum* L.. Requeima. Murcha.

I. INTRODUÇÃO

As pimentas e os pimentões pertencem à família *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum*. Este gênero possui de 20 a 25 espécies, normalmente classificadas de acordo com o nível de domesticação. Dentre essas espécies destaca-se *Capsicum annuum* var. *annuum*, que é a espécie mais conhecida e difundida no mundo. Dentre os frutos compreendidos em tal espécie, destaca-se o pimentão (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

O pimentão encontra-se entre as olerícolas mais consumidas no país, cultivada em todas regiões, concentrando-se nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro. A área cultivada anualmente no país é de aproximadamente 13 mil hectares, com produção próxima de 290 mil toneladas de frutos (MAPA, 2012).

No contexto fitotécnico do cultivo do pimentão, existem diversas doenças causadas por fungos, bactérias ou vírus. Dentre as principais doenças na cultura do pimentão, destacam-se: tombamento (*Pythium* spp., *Phytophthora* spp. e *Rhizoctonia solani*), murcha de fitóftora ou requeima (*Phytophthora capsici*), cercosporiose (*Cercospora capsici*),

antracnose (*Colletotrichum* spp.), oídio (*Oidiopsis taurina*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), vira cabeça (TSWV, GRSV, TCSV, CSNV) e mosaico (PVY e PepYMV) (KUROZAWA *et al.*, 2005).

Phytophthora pode atacar plantas de pimentão em qualquer estágio de desenvolvimento. Em plantas adultas, provoca podridão do colo e das raízes, causando murcha de toda parte aérea e morte, sendo considerada uma das doenças fúngicas mais destrutivas dessa cultura (CANDOLE *et al.*, 2012). Em condições de alta umidade, pode causar necrose com rápido desenvolvimento em folhas, frutos e hastes. Todos os tecidos colonizados apresentam desenvolvimento esbranquiçado, cotonoso, constituído de esporangióforos e esporângios do patógeno. As lesões são bem delimitadas, observando-se nítida separação entre tecido doente e sadio (KUROZAWA *et al.*, 2005). O fungo tem como condições favoráveis temperatura de 16 a 20° C, alta umidade e alta densidade de plantas (ZAMBOLIM *et al.*, 2000).

A requeima do pimentão pode ser controlada com a utilização de variedades resistentes, utilização de sementes sadias, produção de mudas em substrato estéril, controle da irrigação e drenagem, uso de rotação de culturas com poáceas (gramíneas); pulverização no coleto da muda por ocasião do transplante e, após, com fungicidas sistêmicos específicos (FILGUEIRA, 2003).

Atualmente, os programas de melhoramento genético têm se dedicado à obtenção de híbridos que aliem produtividade com qualidade de frutos e resistência a múltiplas doenças (CARVALHO, 2013). Entretanto Monroy-Barbosa e Bosland (2011) relatam que a busca por materiais resistentes ou menos suscetíveis em regiões geográficas específicas é mais interessante do que a busca por cultivares de resistência universal.

O pimentão geralmente é cultivado em cinturões ao redor de cidades pelos produtores familiares. Devido à falta de tecnologia aliada à precariedade de estrutura, observa-se um aparecimento frequente de requeima nas plantas. Tal aparecimento pode estar aliado à irrigação, que em muitos casos se dá por sulco, o que facilita o carregamento de esporangiósporos, ou zoósporos, para outras plantas mais adiante na linha de cultivo.

O presente trabalho teve como objetivo testar a patogenicidade de três isolados de *Phytophthora*, obtidos em um plantio comercial de pimentão em Uberlândia, ao pimentão híbrido Dahra R, bem como avaliar formas de controle do patógeno *in vitro*.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Em visita a uma área de produção de pimentão, com cerca de 2000 m², localizada em Uberlândia, foram observadas plantas com sintomas e sinais do patógeno (*Phytophthora* sp.). Dentre as características do local cita-se o cultivo de outras olerícolas, solo de textura argilosa e irrigação pelo método de sulco.

Os materiais doentes coletados se encontravam dispostos nas linhas de pimentão da seguinte forma: o primeiro foco foi observado no terço superior do terreno, no fim do sulco, e outro no terço inferior do quinto sulco abaixo da primeira amostragem. Nos dois locais da amostragem foram coletados frutos, hastes, raízes e solo.

Nas amostras de frutos e hastes foi evidenciada esporulação abundante, o solo foi coletado ao redor da planta doente. As amostras de solo e tecido vegetal foram embaladas em sacos plásticos e levadas para o Laboratório de Virologia Vegetal e Fitopatologia (LAVIV), do Campus Umuarama, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia.

Para o isolamento do fungo usou-se o meio seletivo PARPH (MITCHELL & KANNWISCHER-MITCHELL, 1992), contendo CMA (infusão de fubá), pimáricina, ampilicína, rifampicína, pentacloronitrobenzeno e hymexazol. O meio foi vertido em placas de Petri e conservado no escuro até o seu uso.

Pelo fato de terem sido feitas duas coletas em diferentes locais da área, conduziram-se dois grupos de placas para o isolamento. As amostras de raízes, hastes e frutos sofreram uma pequena remoção de tecido superficial nos locais das lesões, desinfetadas em álcool 70% e plaqueadas em PARPH. O solo foi diluído na proporção 1:10 em 0,2% Agar - água, e alíquotas de 1 mL foram plaqueadas no mesmo meio. Quarenta e oito horas após o plaqueamento de amostras de solo, raízes, hastes e frutos, o crescimento fúngico foi observado nas placas com tecido de hastes e frutos. Três isolados foram obtidos e repicados para placas contendo o meio CMA.

Para testar a patogenicidade do fungo *Phytophthora* sp., foram semeadas em substrato (Bioplant), três sementes de pimentão por vaso (200 mL). As plântulas foram desbastadas quando apresentavam 1 par de folhas verdadeiras, deixando apenas uma muda por vaso. O teste foi composto por três isolados, em seis repetições, totalizando vinte e quatro vasos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC).

Com o objetivo de produzir esporos dos isolados fúngicos para a inoculação, foi preparado o meio de cultura líquido V8, que contém suco de oito vegetais, clarificados com carbonato de cálcio, vertidos para placas de Petri. Em cada placa foram colocados três discos de cinco mm de diâmetro, retirados das margens de colônias em pleno crescimento nas placas com meio CMA. As placas foram levadas à incubadora, onde foram mantidas no escuro sob uma temperatura de cerca de 25°C, sendo utilizadas cinco placas para cada isolado.

Uma semana após a repicagem foi observado o crescimento dos isolados fúngicos e o meio líquido das placas foi retirado e substituído por água destilada estéril. Em seguida, as placas foram colocadas sobre a bancada do laboratório sob iluminação constante, para formação de esporangiósporos.

Quatro dias após a exposição à luz, as placas foram levadas à geladeira por trinta minutos para estimular a formação dos zoósporos. Depois que as placas foram retiradas da geladeira e observadas a liberação de zoósporos, o seu conteúdo foi colocado em três béqueres, um correspondente a cada isolado.

Uma alíquota da suspensão de zoósporos foi retirada e levada ao microscópio para contagem e quantificação total nos béqueres. Depois de estimado o número de zoósporos, foi calculada a quantidade necessária para a inoculação de 50.000 zoósporos por planta.

Para a inoculação, foram selecionadas e identificadas seis plantas por isolado e seis testemunhas. Os vasos foram colocados em bandejas que foram cheias de água até o nível superior do substrato, antes da inoculação. Com uma pipeta, inoculou-se a suspensão de zoósporos próxima ao colo de cada planta e, em seguida, a água das bandejas foi lentamente drenada, favorecendo a movimentação dos zoósporos até as raízes. A bandeja com as seis testemunhas também foi cheia de água e depois drenada, porém não sofreu inoculação com a suspensão de zoósporos. A inoculação ocorreu 30 dias após a semeadura, quando as plantas encontravam-se aproximadamente com seis folhas definitivas.

A avaliação dos sintomas de murcha e morte, e o tempo para a ocorrência da mesma foi feita diariamente durante 18 dias. Com os resultados obtidos foram calculadas as curvas de progresso de murcha e de morte para cada isolado, bem como as respectivas áreas abaixo da curva de progresso de murcha (AACPMurcha) e de morte (AACPMorte).

O segundo experimento consistiu em avaliar oito formulações recomendadas para *Phytophthora* sp. em câmara de crescimento a 28°C, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, como fatorial 3x8. A parcela experimental correspondeu a uma placa contendo CMA sobre o qual dispôs-se um disco de micélio fúngico a 20 mm de um disco de papel de filtro embebido com solução de fungicida, ambos com 5 mm de diâmetro.

As oito formulações comerciais registradas para o controle de *Phytophthora* sp.: (metalaxil-m+mancozeb (Ridomil Gold®); cloridrato de propamocarbe +fluopicolide (Infinito®); clorotalonil+metalaxil (Folio Gold®); cimoxanil + mancozeb (Curzate®); iprovalicarbe + propinebe (Positron Duo®); fenamidona (Censor®); cloridrato de propamocarbe (Previcur®); fluopicolide (Xavante®)) foram avaliadas nas doses comerciais.

A avaliação ocorreu dois dias após a repicagem dos isolados nas placas, medindo-se o halo de inibição. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A eficácia do controle foi calculada em função do Positron Duo®.

A partir dos resultados obtidos no teste anterior foram selecionados as quatro formulações com melhor desempenho para realização deste ensaio, cujo objetivo é a

avaliação de duas metodologias para análise de controle *in vitro*.

Para a realização do teste o ensaio foi conduzido sob a mesma condição ambiental controlada: meio CMA, estufa a 28°C por três dias. Ambos corresponderam a um fatorial 3x5 (três isolados expostos a quatro formulações de fungicida + testemunha) com quatro repetições. As formulações para controle de *Phytophthora* sp. utilizadas foram: iprovalicarbe + propinebe (Positron Duo®); metalaxil-m+mancozeb (Ridomil Gold®); cloridrato de propamocarbe +fluopicolide (Infinito®); fluopicolide (Xavante®).

No primeiro método, o fungicida foi misturado ao CMA sobre o qual se acrescentou um disco de micélio com 5 mm; no segundo, dispôs-se um disco de micélio a 20mm de um disco de papel embebido em solução com fungicida, ambos com 5mm de diâmetro, sobre meio CMA. Foram avaliados respectivamente o diâmetro do micélio e o halo de inibição. Ambos submetidos ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade e a eficácia calculada em relação ao Ridomil Gold®.

Para a avaliação das doses de silício foi realizado um ensaio em delineamento inteiramente casualizado, como fatorial 2x7 para comparação de dois isolados e sete doses de silício, com 5 repetições para cada tratamento. No ensaio foi utilizado o meio de cultura CMA (Corn meal Agar), e a ele foram adicionados os seguintes tratamentos: 0, 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 ou 3% de Si, utilizando como fonte o Silício coloidal (30% SiO₂). Retiraram-se discos de 0,5 cm de diâmetro das bordas de colônias puras e os mesmos foram colocados nas placas com os tratamentos. Aos quatro dias de incubação a 28°C e 12 horas de fotoperíodo mensurou-se o diâmetro da colônia com o uso de um paquímetro.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os isolados obtidos de pimentão pertencem ao gênero *Phytophthora*, devido à observação dos esporângios, com a presença de papilas, e pedicelos deiscetes curtos, a formação e liberação de zoósporos, e o crescimento a 35°C, indicando ser *P. capsici*; porém, há necessidade de outros testes para a confirmação da espécie.

A evolução da doença patogenicidade foi acompanhada em duas etapas, o sintoma de murcha seguido pela morte das plantas. O sintoma de murcha é um dos primeiros sintomas causados pelo fungo *Phytophthora* sp. em plantas de pimentão. As primeiras plantas com sintomas de murcha foram observadas quatro dias após a inoculação. Contudo, ao final do décimo dia de avaliação foi constatado que todas as plantas apresentavam sintomas de murcha, evidenciando a alta patogenicidade dos isolados (Figura 1).

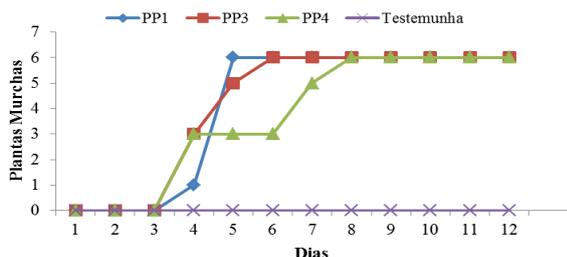


Figura 1 – Evolução da murcha nas plantas de pimentão inoculadas com três isolados de *Phytophthora* sp.

A Área Abaixo da Curva de Progresso da Murcha (AACPMurcha) representa a agressividade de cada isolado (Figura 2). Observa-se que o Isolado PP3 foi o que apresentou maior agressividade quanto à murcha das plantas, seguido pelo Isolado PP1 e Isolado PP2 respectivamente. A maior agressividade do Isolado PP3 se deve ao fato de mais mudas terem sido afetadas pelo patógeno em um menor tempo.

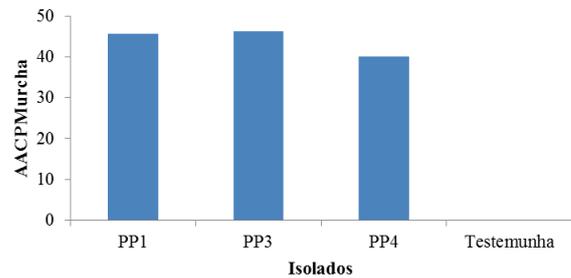


Figura 2 – Evolução da murcha nas plantas de pimentão inoculadas com três isolados de *Phytophthora* sp.

De acordo com Kurozawa *et al.* (2005), a infecção pelo fungo *Phytophthora* sp. pode causar morte em mudas de pimentão. A partir do sétimo dia após a inoculação do fungo foram detectadas plantas mortas. No décimo sexto dia de avaliação todas as plantas dos isolados PP1 e PP3 e cinco do isolado PP4 estavam mortas (Figura 3).

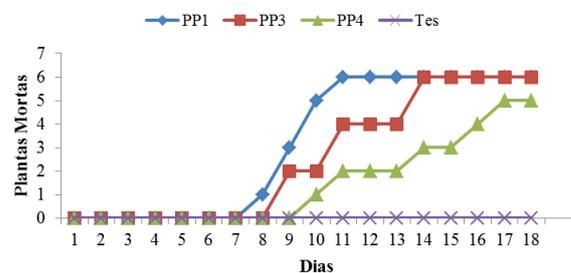


Figura 3 - Evolução da morte de plantas de pimentão inoculadas com três isolados de *Phytophthora* sp.

A testemunha (sem inoculação) apresentava todas as plantas vivas. A Área Abaixo da Curva de Progresso da Morte (AACPMorte) representa a agressividade da doença provocada por cada isolado (Figura 4).

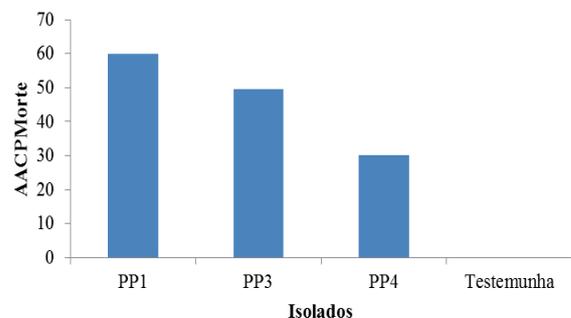


Figura 4 - Área abaixo da curva de progresso da Morte das plantas inoculadas com os isolados de *Phytophthora* sp.

Nota-se com esses dados que o Isolado PP1 foi o mais agressivo quanto à capacidade de provocar morte nas plantas, seguido do Isolado PP3 e Isolado PP4 respectivamente. O Isolado PP1 foi o mais severo porque causou a morte de maior número de plantas em menor intervalo de tempo (seis plantas

mortas do sétimo ao décimo dia após a inoculação). O Isolado PP3 causou a morte também das seis plantas, porém em seis dias a partir do oitavo dia após a inoculação. O Isolado PP4 causou a morte de cinco plantas em oito dias a partir do nono dia após a inoculação.

Aos 18 dias de avaliação foi possível a visualização de lesões nas raízes e hastes, além de esporângios nas hastes das plantas de pimentão. Observou-se que os isolados mais severos quanto à murcha nas plantas foram também os mais severos quanto à morte destas.

Apesar das mesmas condições de manejo e inoculação feitas aos três isolados, houve diferença na agressividade entre eles, indicando diferenças entre os isolados desta espécie. Dez dias após a inoculação constatou-se que todas as plantas inoculadas, independente do isolado, desenvolveram lesões, apresentaram murcha nas horas mais quentes do dia e apresentaram esporulação sobre o tecido vegetal lesionado.

Os três isolados foram submetidos aos testes com oito produtos recomendados, sendo eles metalaxil-m+mancozeb (Ridomil Gold®); cloridrato de propamocarbe +fluopicolide (Infinito®); clorotalonil+metalaxil (Folio Gold®); cimoxanil + mancozeb (Curzate®); iprovalicarbe + propinebe (Positron Duo®); fenamidona (Censor®); cloridrato de propamocarbe (Previcur®); fluopicolide (Xavante®) (Tabela 1).

Tabela 1 – Desempenho de formulações comerciais de fungicida sobre isolados de *Phytophthora* sp.

Fungicida	Halo de inibição (mm)	Eficácia (%)
Positron Duo®	9,08 ab	91,53
Ridomil Gold®	9,92 a	100
Infinito®	8,42 bc	84,8
Xavante®	7,64 cd	77,01
Folio®	7,00 d	70,56
Curzate®	3,83 e	38,61
Censor®	0,92 f	9,27
Previcur®	0,00 f	0

O Fungicida Ridomil Gold® e Positron Duo® foram os que apresentaram maior halo de inibição e maior eficácia quando comparado com os demais fungicidas testados, tornando esses dois produtos mais interessantes no controle da *Phytophthora* sp. *in vitro*. Os fungicidas Infinito® e Xavante® apresentaram resultados superiores em relação aos fungicidas Folio®, Censor® e Previcur®. Por esse motivo o testes de eficácia de controle e diâmetro da colônias nos três isolados estudados foram realizados apenas com Ridomil Gold®, Positron Duo®, Infinito® e Xavante® apenas (Tabela 2).

Tabela 2 - Diâmetro de colônias (mm) de *Phytophthora* sp. expostas a fungicidas incorporados no meio de cultura

Fungicidas	pp1	Isolados PP3	pp4
Positron Duo	6,25 Aa	5,00 Aa	5,00 Aa
Ridomil	5,00 Aa	5,00 Aa	5,00 Aa
Infinito	14,75 Bb	5,00 Aa	5,00 Aa
Xavante	15,00 Bb	5,00 Aa	5,00 Aa
Testemunha	42,75 Ca	43,00 Ba	44,00 Ba

*Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna. Médias seguidas por letras minúsculas na linha.

**Diâmetro de colônia, unidade em mm.

A partir dos diâmetros de colônias fez-se o cálculo da eficácia dos fungicidas sobre o desenvolvimento dos isolados em teste (Tabela 3). O controle de todas as formulações foi igual para os isolados PP3 e PP4 havendo variação para PP1, sendo Ridomil Gold® e Positron Duo® mais eficazes.

Tabela 3 - Eficácia de controle (%) sobre isolados de *Phytophthora* sp. expostos a fungicidas incorporados no meio de cultura

Fungicidas	PP1	Isolados PP3	PP4
Positron Duo	96,7	100	100
Ridomil	100	100	100
Infinito	92,2	100	100
Xavante	73,5	100	100
Testemunha	0	0	0

No método do disco de papel, analisou-se o halo de inibição. Não houve interação entre isolado e fungicida, bem como diferença significativa entre os fungicidas; entretanto pôde-se observar diferença de controle entre os isolados, sendo PP3 e PP4 mais susceptíveis ao controle (Tabela 4). O isolado PP1 mostrou maior tolerância aos fungicidas e não houve diferença significativa entre as formulações em teste.

Tabela 4 - Controle de isolados de *Phytophthora* sp. expostos a diferentes formulações de fungicida, pelo método do halo de inibição

Isolado	Halo de inibição (mm)
PP3	9,63 a
PP4	9,60 a
PP1	7,69 b

Ao comparar as duas metodologias pode-se constatar que em ambas as avaliações o isolado PP1 apresentou maior tolerância às formulações em teste; entretanto, ao avaliar o método do halo de inibição, não houve interação entre as variáveis isolado e fungicida, nem diferença entre as formulações. Isso não descarta a possibilidade de se utilizar o método, mas indica a necessidade de aperfeiçoar a metodologia, principalmente a distância entre os discos de micélio e de papel. Além disso, um ponto importante é conhecer melhor as características físicoquímicas das formulações, para adequação do método.

Em termos práticos, é mais viável utilizar o disco de papel embebido em solução fungicida, visto que se pode diferenciar os efeitos fungicida e fungistático; há economia de defensivo; reduz o descarte de material tóxico no ambiente; há facilidade na instalação do ensaio e precisão similar.

A diferença de controle observada entre as formulações, mesmo utilizando-se as doses recomendadas para *Phytophthora* sp., pode ser explicada pelo fato de o patógeno pertencer a uma espécie diferente, a qual ainda não foi determinada, o que implica em alterações fisiológicas e morfológicas que modificam a sensibilidade ao fungicida. Enquanto que a diferença de controle entre isolados deve-se a variações genéticas intraespecíficas.

O crescimento micelial dos isolados PP2 (Figura 5A) e PP4 (Figura 5B) em meio de cultivo contendo silício, foi inversamente proporcional ao aumento das doses do produto, ajustando-se a um modelo de regressão linear, assim o desenvolvimento do fungo foi afetado diretamente pelo Silício.

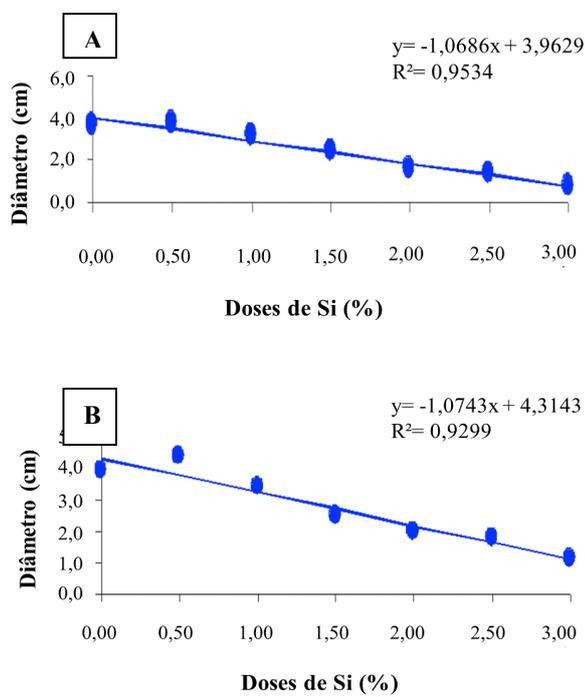


Figura 5A - Efeito de doses de Si no crescimento micelial do isolado PP2 de *Phytophthora sp.* expresso pelo diâmetro de colônias (mm). B- Efeito das doses de Si no crescimento micelial do isolado PP4 de *Phytophthora sp.* expresso pelo diâmetro de colônias (mm).

IV. CONCLUSÃO

Nos ensaios para determinação da patogenicidade e agressividade, observou-se que o Isolado PP1 apresentou maior agressividade da doença, seguido pelo Isolado PP3.

Dos oito fungicidas testados inicialmente os que apresentaram melhores resultados com os isolados estudados foram Ridomil Gold®, Positron Duo®, Infinito® e o Xavante®.

Os testes *in vitro* demonstraram que o isolado PP1 é mais tolerante ao efeito dos fungicidas, PP3 é o mais sensível e PP4 apresenta susceptibilidade intermediária.

O silício apresentou potencial para inibição do crescimento de *Phytophthora sp.* *in vitro*.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Hortifrutícolas**. São Paulo, FNP, 2010. p. 348-490.
- CANDOLE, B. L.; CONNER, P. J.; Ji, P. Screening *Capsicum annum* accessions for resistance to six isolates of *Phytophthora capsici*. **HortScience**, Alexandria, v.45, p. 254-259, 2010.
- CARVALHO, R.C. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a múltiplos patógenos**. 2013. 58p. Dissertação de Mestrado. Universidade federal de Lavras, Lavras. 2013.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: Editora UFLA. 2003, 331 p.
- KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. Doenças das Solanáceas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. A.(Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas**

Cultivadas. 4 ed. São Paulo: Editora Agronômica CERES Ltda, 2005, 593 p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Irrigação na cultura do pimentão**. Brasília, DF, Março 2012. (Circular Técnica).

MITCHEL, D.J.; KANNWISCHER-MITCHELL. *Phytophthora*. In: SINGLETON, L.L.; MIHAIL, J.D.; RUSH, C.M. (Ed.) **Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi**. St. Paul: American Phythopathological Society, 1992. p. 31-38.

MONROY-BARBOSA, A.; BOSLAND, P. W. Identification of novel physiological races of *Phytophthora capsici* causing foliar blight using the New Mexico recombination inbred pepper lines set as a host differential. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**. v. 136, n.3, p.205-210, 2011.

OLIVEIRA, A. B.; SILVA, A. M.; LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, D.; CRUZ, D. M. R.; MARQUES, D. M. C.; FRANÇA, F. H.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BUSO, G. S. C.; BIANCHETTI, L. B.; FERREIRA, M. E.; POZZOBON, M. T.; RESENDE, R. O.; CARVALHO, S. I. C.; PINHEIRO, V. L.; CASALI, V. W. D. **Capsicum: Pimentas e pimentões do Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA. 2000, 113 p.

PINHAL, H. F. Isolamento e teste de patogenicidade de *Phytophthora sp.* ao mamoeiro (*Carica papaya*). 2009. 23 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

SILVA, G. S. Podridão das Raízes e dos Frutos do Mamoeiro. In: LUZ, E.D.M.N; SANTOS, A. F.; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J.L. (Ed.). **Doenças Causadas por Phytophthora no Brasil**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2001, p. 413-432.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. v.1, 2.

VI. COPYRIGHT

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

LÍNGUA NACIONAL E LITERATURA NACIONAL: O MODERNISMO EM DEBATE

EMIAS OLIVEIRA DA COSTA¹; JOSÉ MARCOS ROSENDO DE SOUZA²

1 – UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (UERN); 2 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA (UEPB)

emiasoliveira@hotmail.com

Resumo – Como primeiro movimento artístico originado, construído, e desenvolvido genuinamente no Brasil, pela e para a sociedade brasileira, a literatura modernista edificou sua concepção de literatura nacional sobre uma noção de língua nacional. Por isso, este artigo objetiva analisar essa concepção de língua nacional que compõe o projeto literário do Modernismo brasileiro. Ao fazermos essa análise, utilizamos como principal referencial teórico Portella (1971), do qual adotamos a divisão estilística das gerações da literatura modernista, bem como conceito de cultura – pertinente à compreensão da primeira geração localista – e a noção de humanismo brasileiro – parcialmente construído pela geração substantiva. Utilizamos também os pressupostos da Estilística da língua (MARTINS, 1997), a partir da qual concebemos a literatura enquanto manifestação linguística; e, ainda, os pressupostos da Sociolinguística (BAGNO, 1999), uma vez que dedicamos especial atenção ao caráter sociolinguístico do texto literário modernista. Quanto ao corpus, não nos detemos em nenhuma obra específica, mas sim nos aspectos linguístico-estilísticos gerais do movimento. Se, em certa medida, debruçamo-nos mais detidamente sobre o caráter sociológico da literatura, não perdemos de vista os fins especificamente estéticos do texto literário.

Palavras-chave: Língua. Literatura. Sociolinguística. Modernismo brasileiro.

I. INTRODUÇÃO

Neste artigo, lançamo-nos essencialmente sobre o estudo da linguagem literária de determinado momento da literatura brasileira: o modernismo, especificamente o da geração de 22 e o regionalismo de 30. Ocorre, entretanto, que optamos pelo estudo daquela linguagem literária enquanto variedade de língua.

Dessa maneira, então, a análise que empreendemos é tanto intrínseca quanto extrínseca ao texto literário. Transitamos entre o seu caráter formal-estético e o aspecto sociológico que subjaz a essa forma estética; entre as características do estilo e a análise sociológica da língua em que se funda esse estilo.

Para tanto, lançamos mão de muitos dos pressupostos da Estilística. Dentro desse campo de estudo da linguagem, colocamo-nos especificamente nos domínios da Estilística da língua. Por conseguinte, o estilo, para nós, é resultado da procura pela expressividade a partir das possibilidades que determinada língua oferece.

Embora reconheçamos a importância da personalidade do autor e suas idiossincrasias psicológicas na composição

do estilo, tal como defende a corrente estilística “iniciada por Leo Spitzer, também chamada psicológica (por lhe interessar a psicologia do escritor) e genética (por pretender chegar à gênese ou origem, da obra literária)” (MARTINS, 1997, 6-7), damos primazia aos fatores linguísticos na definição de estilo. Isso porque no Modernismo brasileiro língua e estilo literário integram-se profundamente. A busca pelo estilo nacional almejada pelo movimento modernista encontra seus fundamentos na busca pela língua nacional.

Por outro lado, uma vez que os aspectos linguísticos, estilísticos e sociológicos estão, na literatura modernista, sobremaneira integrados, da Sociolinguística provêm muitos dos enfoques dados à pesquisa em que nos lançamos. Língua, estilo literário e sociedade constroem, nessa literatura, um diálogo bastante imbricado. Ao pretendermos compreendê-lo sociologicamente, o fazemos a partir de sua linguagem, ou seja, dos seus componentes linguísticos; daí optarmos pela utilização dos fundamentos da Sociolinguística, em cuja disciplina fundem-se os conceitos sociológicos e os linguísticos.

Enfatizamos especialmente a análise das concepções de língua nacional e literatura nacional instaurada pelo movimento modernista. Fazemos uma análise das gerações modernistas seguindo a sua trajetória cronológica e estilística, e buscando, a partir do foco linguístico, identificar continuidades, deslocamentos e interrupções nesse processo de estetização da língua nacional.

II. A LINGUAGEM COMO MATÉRIA-PRIMA DA LITERATURA

A linguagem é a matéria primordial pela qual se constrói a literatura. É preciso, todavia, compreender o termo *linguagem* em dois sentidos: um amplo e outro restrito.

No primeiro localizam-se os usos do termo *linguagem* na designação dos mais variados sistemas simbólicos; nessa perspectiva é que se pode falar em *linguagem* das abelhas, dos macacos e outras. Cada uma com especificidades que lhes são peculiares e que, por isso, compõem uma forma de *linguagem* própria.

Para Benveniste (1976, p. 60),

aplicada ao mundo animal, a noção de linguagem só tem crédito por um abuso de termos. Sabemos que foi impossível até aqui

estabelecer que os animais disponham, mesmo sob uma forma rudimentar, de um modo de expressão que tenha os caracteres e as funções da linguagem humana.

Nesse sentido, numa acepção estrita, *linguagem* designa exclusivamente a linguagem humana; assim conceituado o termo confunde-se essencialmente com a concepção de *linguagem* artística, já que as artes são também humanas. A linguagem humana, porém, a que se refere o conceito acima, caracteriza-se por um complexo código comunicativo construído pelo homem e eminentemente avançado em relação aos demais códigos de outros animais, bem como em relação aos outros artifícios de comunicação criados pelo próprio homem, pois, conforme Chomsky (*apud* PETTER, 2002, p. 14-5), em toda língua natural, apesar de sua capacidade de construir uma quantidade infinita de sentenças, elas são elaboradas a partir de um conjunto finito de elementos.

Para Saussure (1969), *linguagem* se define a partir da dicotomia língua-fala, sendo a *língua* “a parte social da linguagem” (*apud* PETTER, 2002, p. 14), onde se concentra a sua parte finita, e a *fala* sua face individual, pois resulta das escolhas individuais do falante, sendo, por isso, infinita de possibilidades. *Linguagem*, portanto, naquele sentido restrito, refere-se a uma determinada definição de língua¹: um código de comunicação cujas propriedades diferenciam-se substancialmente dos demais sistemas de comunicação.

Conforme dissemos anteriormente, dentre essas diferenças, podemos apontar como a principal (pelo menos para a discussão que pretendemos estabelecer sobre a relação língua e literatura) o seu caráter produtivo, uma vez que com um número finito de signos pode-se produzir uma quantidade incomensurável de significações, a depender das relações que os signos linguísticos estabelecem uns com os outros em determinado contexto.

Saliente-se rapidamente que, tomado exclusivamente, todo signo linguístico, composto pela relação significante e significado, é polivalente por natureza, o que amplia ainda mais o caráter produtivo da língua. Para Barbosa (*apud* DUARTE, 2003), esse fato ocorre porque a memória humana beneficia-se em razão de um mesmo termo referir a vários conceitos. Mais à frente, voltaremos a discutir a importância dessa polivalência para a construção do aspecto plurissignificativo que caracteriza o texto literário.

Contrariamente, muitos outros animais possuem códigos comunicativos bastante restritos, na medida em que para cada significante existe apenas um significado, em signos que não se relacionam para a construção de novos sentidos.

Nesse sentido, portanto, ao dizermos que a matéria essencial de que se faz literatura é a linguagem, estamos nos referindo à linguagem em seu sentido restrito e, por consequência, afirmando que a literatura é um fenômeno linguístico. Mais do que fenômeno de língua, a literatura é um fenômeno que se manifesta a partir de um sistema linguístico específico: a literatura se faz a partir do que a sua *langue*² oferece.

¹ No inglês há um único o termo – *language* – para designar os dois conceitos: língua e linguagem.

² Para Saussure, a *langue* se constitui, em termos metafóricos, de um baú onde se abrigam todas as formas linguísticas disponíveis, bem como as relações possíveis e aceitas socialmente. A partir dessas formas e do relacionamento entre elas é que seus significados se constroem.

Por isso, ao fazermos aquela afirmação inicial, colocamos nossa análise dentro dos entendimentos da Estilística da língua, em detrimento de uma Estilística cujos pressupostos teóricos se fundam na individualidade biográfica do autor.

A Estilística da língua, por outro lado, concebe o fenômeno literário sob um aspecto social, pois considera que o autor trabalha com o cabedal de possibilidades que a língua de uma determinada comunidade linguística oferece. A literatura não é exclusivamente uma manifestação de um estado psíquico individual, mas construção que se efetiva a partir dos recursos linguísticos disponíveis em uma língua.

Embora a língua, ou melhor, os recursos que ela disponibiliza lhe sejam específicos, os significados que através deles são veiculados, em contrapartida, extrapolam os limites dessa especificidade e por isso é que se pode falar em literatura universal.

Neste ponto, pode-se identificar uma característica peculiar à literatura em comparação às outras artes. Enquanto estas se constroem com uma matéria que se pode chamar universal, a literatura se faz com uma matéria específica de sua sociedade, a língua. Assim, enquanto a pintura, a dança, a música, o cinema se fazem com elementos universais, como, por exemplo, a cor, o movimento, o som e a imagem, a literatura, por sua vez, se faz com a palavra, mas essa palavra é específica de um sistema linguístico.

Não é por isso que ela, enquanto arte³ deixa de ser universal, pois sua universalidade se localiza nos significados que ela transmite. As outras artes, porém, não necessitam passar pelo mesmo processo de tradução para alcançarem indiferentemente o homem de qualquer sociedade. Nesse processo, os significados da obra literária, apesar do esforço do tradutor, são alterados substancialmente, porque a língua e sociedade são outra⁴.

É oportuno, neste momento, para exemplificar tanto a relação entre literatura e o sistema linguístico a partir do qual ela se constrói quanto o caráter específico da matéria linguística de que se faz a literatura, analisar algumas observações de Emil Staiger acerca de *Wanderers Nachtlied*, poema lírico traduzido como *Canção Noturna do Viandante*:

Já se escreveu que nos dois primeiros versos, é possível ouvir-se o crepúsculo silencioso, no ‘u’ longo e na pausa que se segue; que a rima ‘u’ para ‘Ruh’ não traduz acalento tão profundo, porque a frase não termina e a voz permanece elevada, o que corresponde ao movimento final das folhas nas árvores (STAIGER, 1997, p.20).

³ Está explícito que estamos lidando com uma determinada definição de arte, amparando-nos especialmente no paradoxo kantiano da arte como um universal sem conceito: “...uma obra que agrade universalmente pelo modo de excitar o jogo das faculdades e com um prazer que se imponha necessariamente a todos, mas não existe definição conceitual de uma tal obra nem regra para produzi-la” (KHODOSS *apud* SUASSUNA, 2008, p. 201). Por outro lado, ao falarmos de literatura universal, utilizamo-nos dos entendimentos de Massaud Moisés acerca da parte *perecível e residual* de uma obra literária: “Pelo primeiro, compreende-se a parte que morre, ou envelhece. Sendo qualquer obra literária um ‘ser na história’, naturalmente está sujeita às mudanças próprias do plano histórico. (...) quanto maior a historicidade da obra no sentido de afeiçoamento às circunstâncias históricas, a moda, o gosto menos exigente, as banalidades de alcova, etc., menor o seu *resíduo*; e vice-versa, quanto mais densa a camada residual, menor a historicidade da obra” (MOISÉS, 2007, p. 208-9).

⁴ Devíamos ter usado a forma no plural, *outras*: a língua e a sociedade são *outras*. Quisemos, porém, acentuar, com a forma no singular, a relação imbricada entre língua e sociedade.

Ao dizer que “é possível ouvir-se o crepúsculo” no “u” longo da canção, Staiger está evidenciando a natureza simbólica da qual pode se revestir os sons de uma língua. Para a Estilística fônica, ramo da Estilística da língua, os fonemas de uma língua, tomados isoladamente e antes de se constituírem como morfemas, remetem ou podem remeter a significados que se originam ou pela forma como esses fonemas são produzidos, ou pelas sensações que desperta ou, ainda, por um processo sociocultural.

Portanto, os sons de uma língua, especialmente no poema, em que se sobressai o extrato musical, participam na construção dos significados do texto literário. Todavia, assim como os fonemas variam de língua para língua, também variam os significados a que eles remetem quando tomados isoladamente, antes de serem morfemas.

O [u] longo a que se refere Staiger e que provoca uma sensação crepuscular, pode conduzir, em outras línguas, a outras sensações. Também na língua portuguesa, o fonema [u] está relacionado, em algumas palavras, à ideia de escuridão⁵ ou algo sombrio, conformando-se sonoramente com o crepúsculo descrito no poema alemão.

Isso, entretanto, não garante que esse aspecto seja uma constante em todas as línguas, uma vez que a relação que aí se estabelece, entre o som e a sensação, é também guiada pela convenção. Conforme demonstrou Karl Buhler acerca do equívoco de que as onomatopeias reproduziam a realidade,

a linguagem é essencialmente representativa, com signos arbitrários (...) a linguagem traduz os sons da realidade dentro das suas possibilidades, daí haver diferenças entre as onomatopeias de língua diferentes para a reprodução de sons iguais (MARTINS, 1998, p. 47 e 48).

É preciso considerar que os fatores anteriormente mencionados são mais eminentes na poesia do que na prosa. No poema, pelo seu caráter condensado, a seleção (ou construção) da palavra mais expressiva para o sentido procurado se dá num grau mais apurado que na prosa. Obviamente que se está falando em termos de uma Estilística morfológica, já que, cada uma a seu modo, prosa e poesia constroem sua expressividade a partir dos expedientes que a língua disponibiliza. Os recursos estilísticos da prosa, porém, pertencem mais detidamente ao campo da Estilística da frase e da enunciação.

Portanto, há uma relação imbricada entre língua e literatura, de maneira que esta última se configura como o uso estilístico da língua, “resultante de uma escolha que se faz entre os elementos constitutivos de *uma dada língua*” (MAROUZEAU *apud* MARTINS, 1998, p. 2, grifo nosso). Esse pressuposto é utilizado como fundamento para a análise que faremos no tópico posterior.

III. O MODERNISMO BRASILEIRO E A QUESTÃO DA LÍNGUA NACIONAL

Neste tópico, iremos nos deter a um momento particular da literatura brasileira em que língua e literatura dialogaram de maneira mais efetiva. Isto não significa que até então a literatura era um fenômeno à parte da língua:

⁵ Palavras como túmulo, sepultura, crepúsculo possuem recorrência do fonema [u]. Segundo Macambira Rebouças (1987), o [u] é a vogal mais escura, pois é produzida na parte mais escura do aparelho fonador.

conforme dissemos anteriormente, não existe literatura senão como construção sobre a linguagem.

A partir do Modernismo, todavia, a língua se integra à literatura de maneira consciente. Ela passa a ser instrumento tanto de construção artística, quanto de reflexão sobre suas potencialidades. A literatura brasileira volta-se para a língua não especificamente como tema, mas fonte de um estilo propriamente nacional.

O que se verifica, portanto, é a tomada de consciência de uma língua nacional e, por consequência, de uma literatura nacional. Ou seja, consciência da língua como elemento basilar e essencial para a edificação de uma literatura nacional.

Essa consciência se manifesta de maneira literariamente diversa nas três fases que compõem o Modernismo brasileiro. Portella (1971, p. 36) concorda que “a descoberta da linguagem seria por 22, com a Semana de Arte Moderna de São Paulo” e, propondo a divisão estilística em detrimento da cronológica, divide também o Modernismo em três fases:

No primeiro estágio, *localista*, o poeta como que descobre o seu país. (...) O segundo estágio é uma fase mais *substantiva*: o homem brasileiro é o núcleo de todas as preocupações do escritor. Já a terceira fase... é a fase *instrumentalista*. O escritor aparece particularmente preocupado, e mais do que preocupado, voltado para os seus instrumentos de trabalho (PORTELLA, 1971, p. 37).

Embora a descoberta da linguagem se dê na geração de 22⁶, é na geração de 30 que ela se aprimora e se estabelece “como pedra de toque do estilo nacional” (PORTELLA, 1971, p. 38).

Mas que linguagem é esta que é descoberta pela geração modernista de 22 e se consolida como objeto da literatura na geração de 30? A pergunta se volta aqui não para a concepção de *linguagem* que abordamos e discutimos logo no início; a pergunta recai agora sobre o entendimento do que seja a língua nacional.

A geração modernista chamada de substantiva dentro da divisão estilística proposta por Portella, “assinala a descoberta do personagem brasileiro, do homem brasileiro, habitante legítimo daquela paisagem” (PORTELLA, 1971, p. 37). Essa geração encontra seus maiores expoentes especialmente nos romancistas nordestinos.

A pergunta, então, que se deve fazer é: que língua nacional é esta que foi revelada pela geração de 22 e que se fez matéria essencial para a literatura modernista de 30, especificamente para o romance regionalista do nordeste? Como se dá o uso estilístico dessa língua propriamente brasileira pela geração *substantiva*?

A construção de uma literatura reconhecidamente brasileira não encontra seus primeiros esforços no Modernismo. É, porém, a partir da Semana de Arte Moderna e da geração de 22 que o foco da identidade literária

⁶ A divisão cronológica manifesta nos termos *geração de 22*, *geração de 30* e *geração de 45* foi questionada por Portella em favor de uma divisão estilística. Embora concordemos com o seu posicionamento, empregaremos aqui tanto uma quanto a outra divisão, tendo em vista que, exceto a ênfase num ou noutro aspecto, ambas são relativamente equivalentes.

⁷ Refere-se *aquela paisagem* ao *localismo* da primeira geração modernista, na qual “os valores locais, a paisagem, o pitoresco brasileiro, comandam sua estética” (PORTELLA, 1971, p. 37).

nacional se volta para uma concepção mais aberta de cultura brasileira, bem como também de língua e literatura nacionais; o deslocamento do conceito daquela altera substancialmente o entendimento destas. Assim, reconfigura-se uma noção de cultura, o que gera uma nova concepção de língua e, por conseguinte, o conceito de literatura.

Superando um entendimento de *cultura* que a toma como sinônimo de conhecimento erudito, próprio da classe dominante, o Modernismo reconhece, dentro desse entendimento, também as práticas e conhecimentos das classes menos prestigiadas ou mesmo esquecidas pelo discurso da formação cultural construído pela elite brasileira. Sua estética absorve os valores e símbolos culturais dos estratos sociais que compõem o povo brasileiro.

Se para Macunaíma o símbolo do Brasil não são as estrelas do Cruzeiro do Sul, mas sim a muriçoca, a frieira e a espinhela caída, para a literatura nacional, a linguagem pela qual ela se faz não deve ser buscada na língua do colonizador português e no uso erudito da língua portuguesa, mas sim num uso verdadeiramente identificado com a nação brasileira, o qual só poderia ser encontrado na língua falada pelo povo brasileiro, nos botequins, nas ruas, nas feiras, no campo. A literatura nacional deve se construir pela língua falada pelos brasileiros.

Essa descoberta da língua nacional, todavia, só se efetivaria na literatura modernista a partir da geração de 30. O romance regionalista do modernismo brasileiro, especificamente o nordestino⁸, se lança sobre a língua falada pelo interior do Brasil.

Já se disse que enquanto a geração *localista* se voltou para o Brasil, a geração *substantiva* trouxe à tona o homem brasileiro. O homem brasileiro⁹ revelado pelo regionalismo modernista da geração de 30 no nordeste é, em boa parte, a sua língua.

Por isso, as obras literárias do romance de 30 são instrumentos de coleta de material linguístico da gente sertaneja. Na medida do possível, os diálogos são escritos de maneira a documentar as características fonéticas do falar sertanejo.

Esses usos linguísticos, porém, são utilizados na obra literária para fins especificamente estéticos e não propriamente documentais. Se, por um lado, servem para catalogar as peculiares fonético-fonológicas da linguagem coloquial sertaneja, bem como para elencar os termos próprios do léxico desse povo, na obra eles estão a serviço da construção estética.

Portella entende, porém, que esse processo de construção de uma literatura nacional fundada sobre “a estilização da nossa linguagem coloquial” (1971, p. 38), foi desvirtuada pela geração de 45 em favor do que ele chama de “aventura formal”:

⁸ Do romance regionalista do centro-sul dariamos destaque exclusivamente a Érico Veríssimo, cujo estilo, ainda que coloquial, não se debruça sobre as marcas da fala, como é patente no romance regionalista nordestino.

⁹ É preciso evitar a homogeneização e dizer que estamos falando de um tipo de homem brasileiro, o homem sertanejo; Em Mário de Andrade, todos esses tipos se identificam: “Não vê que me lembrei que lá no Norte / meu Deus! / muito longe de mim, / na escuridão ativa da noite que caiu / Um homem alado, negro de cabelo nos olhos. / Depois de fazer uma pele com a borracha do dia / Faz pouco se deitou, está dormindo. / Esse homem é brasileiro que nem eu” (Poema Acreano, ANDRADE, 1991, p. 36).

Estilização que deveria ser aprofundada mas que, de certo modo, foi interrompida. Porque o Instrumentalismo, a trêfega geração de 45, preferiu a aventura formal. Tentou criar toda uma nova estruturação da linguagem. Mas caiu no formalismo (PORTELLA, 1971, p. 38).

A geração de 45 se perde num dualismo que emperra a inserção do “fazer poético no arrastão do dinamismo da realidade” (PORTELLA, 1971, p. 93). João Cabral de Melo Neto, para Portella, teria sido a oportunidade, no instrumentalismo, de retomada da confluência entre fazer literário e a realidade nacional consolidada pela geração *substantiva*.

Sem menosprezar a poesia de João Cabral, mas uma vez que estamos nos fixando na prosa (para a qual muitos pressupostos da poesia não são aplicáveis), optamos por apontar em Guimarães Rosa¹⁰ essa oportunidade que deveria ter sido prolongada e diversificada. Em Rosa, a língua sertanejo-brasileira alcança um grau, senão máximo, dos mais elevados de estilização; toma conta da obra por completo; é dela que se utiliza, inclusive, o discurso do narrador.

Neste ponto, é preciso ressaltar que no regionalismo de 30 no nordeste, o discurso do narrador ainda é caracterizado por um registro de linguagem próximo à norma padrão urbana. Este narrador cede oportunamente a palavra às personagens e à sua fala sertaneja, mas, ao passo que essa fala e suas marcas fonéticas são muito frequentes, o discurso do narrador mantém-se intacto e bastante diferenciado.

Esse dado não impede a afirmação de que a literatura regionalista do modernismo brasileiro é fortemente marcada pelos fatores linguísticos da fala sertaneja, ou seja, especificamente pelo uso destes no discurso direto das personagens.

Esse expediente, o discurso direto, é, portanto, um recurso formal muito recorrente no romance de 30. Através dele o discurso do narrador pode ser isolado do discurso das personagens, o que permite a exploração estilística do falar das personagens sertanejas sem, contudo, absorver completamente todo o discurso.

Em Rosa, conforme dissemos, esses limites são extrapolados; essa língua brasileira está a serviço da linguagem literária, do estilo, da expressividade; por isso ela abrange também o discurso do narrador. No modernismo de 30, ela está a serviço do humanismo e, portanto, contribui mais detidamente para a elaboração da personagem, caracterizando-a através de sua fala.

Diga-se, todavia, ainda que de passagem, que a língua falada pelas personagens também está relacionada com o espaço no qual elas atuam. Esta relação não é assim tão direta, a ponto de determinada feição da realidade refletir-se imediatamente nas características linguísticas, desconsiderando o caráter convencional de todo sistema linguístico.

A relação entre língua e espaço deve ser vista a partir da ideia de que a língua muda no tempo e varia no espaço (BAGNO, 1999). Por isso, há uma identificação intrínseca entre língua, especialmente a falada, e espaço, tanto do ponto de vista territorial, daí a diferença entre as línguas portuguesas faladas no Brasil e em Portugal, quanto do

¹⁰ Muito embora existam estudos que comprovem que a prosa de Guimarães Rosa está alicerçada sobre a métrica e o ritmo do verso.

ponto de vista cultural, daí a variação da língua portuguesa dentro do próprio território brasileiro.

Para além da sua função comunicativa, a língua é também um instrumento de afirmação identitária. Isso porque a língua é produto e instrumento cultural. Enquanto produto da cultura de uma sociedade, a língua carrega as marcas sociais de sua comunidade; por outro lado, enquanto instrumento cultural, ela é ferramenta de construção da cultura de um povo, haja vista a literatura, e também de aculturação, haja vista a importância da extinção das línguas indígenas para o processo de colonização portuguesa. Dessa forma, de maneira bastante complexa língua e realidade se influenciam mutuamente.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Modernismo brasileiro, a literatura se reveste de uma atitude revolucionária. Num primeiro momento, essa revolução é vislumbrada apenas na sua superfície mais patente, ou seja, no plano estético, na linguagem do texto literário modernista. Numa apreciação um pouco mais aprofundada, veremos que ele também é revolucionário no plano de seu conteúdo, ao refletir sobre o homem e a cultura propriamente brasileira. Num estágio ainda mais avançado de análise, veremos que o Modernismo no Brasil é também revolucionário de outro ponto de vista: o linguístico.

Essa revolução linguística que enxergamos na literatura modernista não diz respeito à sua manifesta renovação estética da linguagem literária; uma renovação também revolucionária, mas num nível linguístico-estético. A revolução linguística a que nos referimos, porém, diz respeito à língua em sua relação com a sociedade. Portanto, melhor dizendo, o Modernismo no Brasil é revolucionário do ponto de vista sociolinguístico.

É a partir dessas três revoluções, a do plano formal, a do plano contedista e a do plano sociolinguístico, que a literatura modernista no Brasil se integra ao debate de sua sociedade e na construção do que Portella chama *perspectiva autenticamente brasileira*. Portella identificou-lhe as revoluções estético-formal e ideológico-contedista, aquela especialmente visível na geração de 22, e esta patente na geração de 30.

Neste artigo, empenhamo-nos em expor aquela terceira revolução não identificada por Portella, (embora de alguma maneira esboçada na obra, a julgar pelo artigo apêndice, *A questão do idioma nacional*, incorporado à edição de 1971), a revolução sociolinguística. Ela é tanto necessária à compreensão da literatura modernista quanto à compreensão da interdependência, no texto literário, entre forma e conteúdo.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Mário de. **Macunaíma**. 31ª ed. Belo Horizonte–MG: Editora Livraria Garnier, 2000.
BAGNO, Marcos. **A língua de Eulália**: novela sociolinguística. São Paulo: Contexto, 1997.
BAGNO, Marcos. **Preconceito linguístico**: o que é, como se faz. São Paulo: Edições Loyola, 1999.
BENVENISTE, Emile. **Linguagem humana e comunicação animal**. In: _____. **Problemas de linguística geral**. São Paulo: Nacional, 1976.

DUARTE, Paulo Mosânio Teixeira. **Introdução à semântica**. 2ª edição. Fortaleza: Editora UFC, 2003.

FIORIN, José Luiz. **Teoria dos signos**. FIORIN, José Luiz (org). **Introdução à linguística**. São Paulo: Contexto, 2002;
MACAMBIRA, José Rebouças. **Fonologia do Português**. 2ª ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1987.

MARTINS, Nilce Sant'anna. **Introdução à Estilística**: a expressividade na língua portuguesa. 2ª edição. São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1997.

MOISÉS, Massaud. **A criação literária**: prosa II. 20ª ed. São Paulo: Cultrix, 2007.

PETTER, Margarida. **Linguagem, língua, linguística**. FIORIN, José Luiz (org). **Introdução à linguística**. São Paulo: Contexto, 2002.

PORTELLA, Eduardo. **Literatura e realidade nacional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1971.

SAUSSURE, Ferdinand de. **Curso de linguística geral**. São Paulo: Cultrix, 1969.

STAIGER, Emil. **Conceitos fundamentais da poética**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997.

SUASSUNA, Ariano. **Iniciação à estética**. 9ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2008.

VI. COPYRIGHT

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

A VIOLÊNCIA DE GÊNERO COMO FATOR DA DESCONTINUIDADE DAS TRAJETÓRIAS ESCOLARES DE MULHERES JOVENS E ADULTAS

ANA CAROLINA¹; INEZ SAMPAIO¹
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
anacarolina@ifma.edu.br

Resumo – Este artigo analisa as trajetórias escolares descontinuas de mulheres jovens e adultas, tendo a violência de gênero vivenciada nas suas relações conjugais como um fator determinante para o atraso escolar. Tem como objetivos: fazer um breve resgate da educação de mulheres jovens e adultas no Brasil; discorrer sobre a violência de gênero nas relações conjugais e sua repercussão na trajetória escolar de mulheres. Como procedimento metodológico, tem-se a pesquisa bibliográfica. As categorias analíticas utilizadas para atender aos objetivos propostos, são: educação de jovens e adultos; relações de gênero e a violência contra as mulheres.

Palavras-chave: Educação de Jovens e Adultos/as. Relações de Gênero. Violência contra Mulheres.

I. INTRODUÇÃO

O presente artigo é uma revisão bibliográfica e faz parte da dissertação de mestrado, ainda em construção, intitulada “Repercussões da Violência de Gênero nas Trajetórias Escolares das Mulheres do PROEJA do IFMA/Campus Codó”, desenvolvida no Programa de Pós Graduação em Políticas Públicas na Universidade Federal do Piauí. É uma análise da violência de gênero nas relações conjugais e suas consequências para trajetórias escolares de mulheres, alunas do programa de educação de jovens e adultos/as.

Com o objetivo de discutir os determinantes de gênero, tendo a violência como fio condutor, é que será apresentada uma reflexão sobre as descontinuidades das trajetórias escolares de mulheres. Acredita-se que a violência conjugal contra as mulheres repercute negativamente no seu acesso à educação formal. O primeiro capítulo faz um breve histórico sobre a educação de jovens e adultos/as no Brasil, destacando a inserção das mulheres neste processo. O segundo capítulo traz a violência de gênero, constitutiva da organização social, com ênfase na que ocorre nas relações conjugais, sendo esta um instrumentos para o cerceamento dos direitos das mulheres que as impedem de usufruir do direito à educação formal, garantido constitucionalmente.

O interesse pela problemática decorre da prática profissional enquanto assistente social do IFMA/Campus Codó. Por fazer parte de uma instituição de ensino e pesquisa, vislumbrei um cenário propício para pesquisar as relações de gênero. Como uma das minhas atribuições profissionais, realizo acompanhamento social dos/as alunos/as, desde sua entrada, em que pude observar as

trajetórias de mulheres atravessadas por inúmeras dificuldades, tanto estruturais quanto conjunturais, refletindo na necessidade de trabalhar para sustentar a família, seguida ou associada à dificuldade de conciliar a escola com o trabalho doméstico e ainda lidar com a violência vivenciada nos seus lares, culminando com a proibição por parte dos companheiros para prosseguir com os estudos, com isso, muitas desistem ou não conseguem absorver os conteúdos ensinados em sala de aula.

II. PROCEDIMENTOS

O procedimento metodológico utilizado foi a pesquisa bibliográfica. As categorias de análise são: educação de jovens e adultos/as (HADDAD; DI PIERRO, 2000); relações de gênero e educação (LOURO, 2003 e ROSEMBERG, 1994); violência de gênero nas relações conjugais (SAFFIOTI, 2000, 2001, 2004).

III. BREVE TRAJETÓRIA DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTAS/OS NO BRASIL

A educação formal no Brasil sempre foi marcada por negações, sobretudo, para grande parcela da sociedade desfavorecida social, cultural e economicamente, sujeitos marginalizados e excluídos do sistema educacional. Tal condição é agravada por outros determinantes como raça/etnia e gênero. Quanto à participação das mulheres na educação, não se deu de forma igualitária, diferiu quanto às regiões, às condições econômicas, posição social. Fatores que, associados às desigualdades de gênero, foram decisivos para exclusão das mulheres do processo educacional, fenômeno complexo, ainda latente na atualidade.

A superação do hiato de gênero na educação (*gender gap*) em todos os níveis, na segunda metade do século XX, representa uma grande conquista para as mulheres e toda a sociedade, fruto de lutas sociais para pôr fim às desigualdades no acesso à educação das mulheres. O hiato de gênero corresponde às diferenças sistemáticas nos níveis de escolaridade entre homens e mulheres. É uma medida útil para evidenciar as desigualdades no acesso à escola entre os sexos (BELTRÃO; ALVES, 2009, p.126,130).

No entanto, a igualdade em números de homens e mulheres nas salas de aula não pressupõe a superação das disparidades de gênero. Além do acesso, a permanência na escola ainda é um entrave, refletindo em várias instâncias da

vida das mulheres, como a entrada no mercado de trabalho que exige qualificação para ocupar os melhores postos, então o que sobra são precárias formas de trabalho, como subempregos, baixos salários, desqualificação profissional, dentre outros. Rosemberg (1994, p. 8) assinala que “as oportunidades de trabalho para mulheres com baixo nível de instrução são extremamente ingratas: no meio rural, a condição de boia-fria, emprego sazonal, realizado em péssimas condições físicas, com remuneração inadequada; em meio urbano, o trabalho doméstico assalariado, em empresa ou em casa de família”.

A década de 1930, com destaque para a Revolução de 1930, trouxe mudanças significativas no plano político e econômico para o Brasil. Na área econômica, fatores externos (crise do capital, modernização da economia) e internos (ineficiência do sistema agroexportador, emergência de novas classes, crise política) foram decisivos para tais transformações. No campo político, destaca-se o fim do predomínio das oligarquias no poder, abertura para o processo de modernização brasileira, período conhecido como a “Era Vargas” (1930-1945), sob o comando de Getúlio Vargas.

Com a pressão das lutas sociais devido ao alto índice de analfabetos, tornou visível o problema do analfabetismo de adultos/as, a sociedade exigia respostas do Estado que se viu obrigado a criar alternativas para minimizar esta problemática. Assim, a Constituição Federal de 1934 trouxe um artigo sobre educação, onde incumbe ao Estado o dever de oferecê-la e o direito de todos os brasileiros usufruí-la e redefine os papéis de cada instância de poder na sua oferta.

No contexto internacional, após a Segunda Guerra Mundial, em 1945, vários organismos internacionais foram criados, como a Organização das Nações Unidas – ONU e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, com objetivo de promover a paz no mundo e estabelecer metas e estratégias para resolver os problemas sociais que surgem em diversos países. O analfabetismo era um deles, incompatível com a expansão do capitalismo, já era uma preocupação mundial pois assolava vários países, principalmente, aqueles em desenvolvimento. A UNESCO denunciava ao mundo as profundas desigualdades entre os países e alertava para o papel que deveria desempenhar a educação, em especial a educação de adultos, no processo de desenvolvimento das nações categorizadas como ‘atrasadas’ (HADDAD; DI PIERRO, 2000, p.111).

Com o fim da ditadura militar brasileira, no ano de 1985, renascem as esperanças de uma sociedade democrática, são dadas as condições para construção de um projeto de redemocratização. Ressurgem, neste momento, diversos movimentos que estavam desarticulados, dentre eles, os movimentos em prol da educação que começam a difundir seus ideais, acompanhados de novos sujeitos que entravam na arena política, tais como os negros, mulheres, os homossexuais que, juntos, formavam um intenso movimento político, de caráter heterogêneo, mas com os mesmos anseios de uma sociedade mais igualitária.

É nesta conjuntura que, em 1988, foi aprovada a Constituição Federal, ela é um marco para a sociedade ao absorver as demandas legítimas dos movimentos sociais. Passa a ser o fundamento para criação de políticas públicas em diversas áreas, como o direito ao voto dos analfabetos e a possibilidade de materializar o direito das pessoas jovens e

adultas à educação formal. Apesar disto, Haddad e Di Pierro (2000, p.119) afirmam que

A história da educação de jovens e adultos do período da redemocratização, entretanto, é marcada pela contradição entre a afirmação no plano jurídico do direito formal da população jovem e adulta à educação básica, de um lado, e sua negação pelas políticas públicas concretas, de outro.

Os tratados internacionais firmados pelo Brasil, asseguraram o pacto para erradicar o analfabetismo e criar condições para o desenvolvimento da educação de jovens e adultos/as, especialmente para as mulheres. Dentro desta discussão, considera-se três momentos bastante relevantes, são eles: A Conferência Mundial de Educação para Todos (1990, Jomtien/Tailândia); IV Conferência das Nações Unidas sobre as Mulheres (1995, Pequim/China) e a V Conferência Internacional de Educação de Adultos (1997, Hamburgo/Alemanha).

A Conferência Mundial de Educação para Todos, ocorrida em 1990, destacou a necessidade de universalizar a educação básica para todos, sejam crianças, jovens e adultos/as, devendo ser oferecida de forma equitativa. Incluiu metas para a redução das taxas de analfabetismo e para as desigualdades de gênero, como prioridade mais urgente: “melhorar a qualidade e garantir o acesso à educação para meninas e mulheres, e superar todos os obstáculos que impedem sua participação ativa no processo educativo. Os preconceitos e estereótipos de qualquer natureza devem ser eliminados da educação.” (UNESCO, 1990, p. 4).

A IV Conferência das Nações Unidas sobre as Mulheres “Ação para a Igualdade, o Desenvolvimento e a Paz”, em 1995, (...) representou a maior e mais importante das conferências já existentes para discutir e deliberar sobre os direitos da mulher, para tornar visíveis a desigualdade e inferioridade das mulheres em todas as esferas da sua vida. Um dos objetivos estratégicos criados voltava-se para a superação das desigualdades de acesso à educação (ONU, 1995, p. 148).

A V Conferência Internacional sobre a Educação de Adultos – CONFITEA, ocorrida em 1997, reafirmou a atenção que deve ser dada ao analfabetismo de adultos/as, pois atingiu níveis alarmantes. Trouxe a concepção do direito à educação de adultos/as como um direito humano. Destaca que “(...) torna-se mais que um direito: é a chave para o século XXI; é tanto consequência do exercício da cidadania como condição para uma plena participação na sociedade. Além do mais, é um poderoso argumento em favor do desenvolvimento ecológico sustentável, da democracia, da justiça, da igualdade entre os sexos, do desenvolvimento socioeconômico e científico, além de ser um requisito fundamental para a construção de um mundo onde a violência cede lugar ao diálogo e à cultura da paz baseada na justiça.” Em relação à educação das mulheres, os países membros assumem o compromisso de promover “a autonomia das mulheres e igualdade dos gêneros pela educação de adultos.” Busca-se adotar medidas que eliminem, “em todos os níveis da educação, qualquer discriminação baseada no gênero, na raça, na língua, na religião, na origem nacional, na incapacidade física, ou qualquer outra forma de discriminação” (UNESCO, 1997, p. 18, 33).

Sabe-se que tais acordos são importantes instrumentos, pois dão as diretrizes e acompanham os países para garantir o cumprimento do que fora acordado. Contudo, são insuficientes para acabar com o analfabetismo em escala mundial. No Brasil, as iniciativas tomadas eram de caráter fragmentado, simplista, não consideravam a diversidade dos educandos e, principalmente, não investiam recursos financeiros necessários para operacionalização da política de educação. A modalidade de Educação de Jovens e Adultos – EJA não acompanhou as transformações ocorridas na política educacional brasileira, prova disto, foi a prioridade no acesso à educação fundamental somente para crianças e adolescentes, onde os adultos não alfabetizados foram relegados ao segundo plano.

As experiências exitosas na EJA são reconhecidas, muito mais como resultado de esforços individuais, tanto dos alunos como dos professores e gestores diretamente envolvidos, do que a eficiência das políticas governamentais, com seus poucos recursos e desarticulação da política educacional com as demais políticas. A este respeito Paiva (200-, p.13), afirma que a EJA foi “constituída como história de *experiências*, não conseguindo produzir enraizamentos nos sistemas públicos. (...) Experiências expressas em pequenos projetos de educação popular, de poucos participantes e localizadas”.

Dados divulgados recentemente pela UNESCO (2014), através do 11º Relatório Monitoramento Global de Educação para Todos demonstram os ínfimos resultados obtidos para erradicar o analfabetismo de adultos/as em diversos países. As metas propostas e acordadas entre os signatários na Conferência “Educação para Todos”, no ano 2000, não foram cumpridas na sua totalidade e nem serão atingidos até 2015. No total, foram pesquisados 150 países, o Brasil ocupa o 8º lugar em número de adultos/as analfabetos/as, a Índia está em primeiro lugar, seguida por China e Paquistão. No ano de 2011 eram 774 milhões de adultos/as analfabetos/as, sendo que 64% são mulheres e 72% destes analfabetos estão em dez países, incluindo o Brasil. Houve uma redução de apenas 1% desde o ano 2000. “Projeta-se que até 2015 esse número cairá ligeiramente, para 743 milhões (...). As mulheres jovens mais pobres dos países em desenvolvimento podem não alcançar a alfabetização universal até 2072.” Quanto à meta sobre a eliminação das disparidades de gênero também não foi cumprida, “embora a paridade de gênero devesse ter sido alcançada em 2005, em 2011, apenas 60% dos países atingiram esse objetivo no nível primário, e 38% no nível secundário” (UNESCO, 2014, p.6, 12).

Este cenário de enorme contingente de analfabetos/as pedia soluções urgentes para além de campanhas, movimentos ou programas de curta duração, ofertadas de forma paliativa, mas exigia políticas efetivas em longo prazo, com investimentos suficientes para garantir sua efetividade e eficácia. Para Paiva (200-, p. 13) não faltam leis para que o direito se materialize na prática, mas o que falta é alterar a realidade “fortemente desigual, produtor de exclusões, já o mundo em que o direito é reivindicado rege-se pela ideologia do capital, para o qual a desigualdade é fundamento, e não a equidade”.

É no contexto do Programa Brasil Alfabetizado (PBA)¹, que surge o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA como parte de uma política do Governo Federal criado por meio do Decreto 5.478/2005 e mais tarde substituído pelo Decreto 5.840/2006. Destinado àqueles/as que concluíram o ensino fundamental, mas não tiveram oportunidade de iniciar ou continuar os estudos no ensino médio e, ao mesmo tempo, integrar à uma formação profissional para possibilitar a entrada no mercado de trabalho. Segundo o decreto, isto contribui para uma melhor qualidade socioeconômica dos jovens e adultos, que “caracterizam-se por pertencer a uma faixa etária adiantada em relação ao nível de ensino demandado”, denominado “distorção sériedade” (BRASIL, 2007, p.44).

Portanto, reparar esta dívida com as classes trabalhadoras que não tiveram acesso à educação formal por motivos alheios à sua vontade, mas por condições estruturais é um imperativo e a finalidade da EJA, segundo os documentos oficiais do governo brasileiro. Este reconhece, também, o não acesso das mulheres à educação, devido à estrutura patriarcal da sociedade brasileira com sua cultura machista. Reconhece a importância da educação não formal, adquirida ao longo da vida, não restrita aos muros das instituições escolares, mas admite a necessidade da educação formal, na vida dos indivíduos, por estarem inseridos numa sociedade eminentemente grafocêntrica.

De acordo com o documento – base do PROEJA (2007), o número de jovens nas modalidades de EJA cresceu bastante nos últimos anos. É notório o aumento da oferta da educação fundamental, entretanto, a sua qualidade ainda deixa a desejar, pois as condições econômicas não permitem a continuidade nos estudos, já que não houve mudanças na estrutura econômica da sociedade brasileira, as desigualdades permanecem inalteradas, com isso: “(...) as famílias são obrigadas a buscar no trabalho das crianças uma alternativa para a composição de renda mínima, roubando o tempo da infância e o tempo da escola. Deste modo, mais tarde esses jovens retornam, via EJA, convictos da falta que faz a escolaridade em suas vidas, acreditando que a negativa em postos de trabalho e lugares de emprego se associa exclusivamente à baixa escolaridade, desobrigando o sistema capitalista da responsabilidade que lhe cabe pelo desemprego estrutural” (BRASIL, 2007, 10, 11).

É o que apresenta o IBGE, através do Censo 2010 que, em dez anos:

Nas faixas etárias de 18 ou 19 anos e de 20 a 24 anos a escolarização era menor que nas faixas mais jovens e a das mulheres superou a dos homens. Na parcela feminina, o percentual de mulheres que não frequentavam escola foi de 54,6%, no grupo etário de 18 ou 19 anos, e de 73,2%, no de 20 a 24 anos, enquanto na masculina esses indicadores foram 55,4% e 76,5%, respectivamente.

Tal quadro é preocupante, uma vez que apresenta índices muito altos de jovens e adultos/as analfabetos ou com escolarização precária, gerando milhões de analfabetos funcionais. Este que consiste na “falta de capacidades para

¹ Criado pelo governo federal, em 2003, o Programa Brasil Alfabetizado objetiva alfabetizar jovens, adultos/as e idosos/as. O programa prioriza as regiões que apresentam índice igual ou superior a 25% de analfabetos, e destes, 90% encontram-se na região do Nordeste.

fazer uso efetivo da leitura e da escrita nas diferentes esferas da vida social, após alguns anos de escolarização” (UNESCO, 2008, p. 68)

As relações produzidas e reproduzidas dentro da instituição escolar permanecem desiguais, discriminatórias e excludentes que dificultam a permanência das mulheres na escola, o que corrobora para evasão escolar, repetência e reprovação. Somam-se a isto, os fatores externos à escola que as expulsam dos espaços educacionais, tais como as desigualdades econômicas, que as levam a priorizar o trabalho em detrimento da escola, com isso assumem as piores formas de trabalho. “O que se constata é que tanto o acesso à educação no Brasil, como o tipo de educação acessado, depende fundamentalmente da origem socioeconômica de cada indivíduo.” Muitos destes/as jovens e adultos/as não conseguem adentrar na escola e quando entram, sua trajetória escolar é atravessada por descontinuidades, com entradas e saídas constantes. O Estado brasileiro reconhece que “os motivos desse ‘não alcançar’ muitas vezes não são inerentes ao sistema de ensino, mas a uma série de determinantes sociais e econômicos que reforçam as condições de desfavorecidos com que os jovens se defrontam cotidianamente.” (BRASIL, 2007, p. 25, 27).

No próximo capítulo será apresentado o que se acredita ser um dos mecanismos que contribuem para a problemática da escolarização tardia de mulheres, sobretudo das classes trabalhadoras, qual seja, a violência vivenciada em seu cotidiano, especialmente a que ocorre nas relações conjugais.

IV. VIOLÊNCIA DE GÊNERO NAS RELAÇÕES CONJUGAIS E A TRAJETÓRIA ESCOLAR DE MULHERES

Como já mencionado, diversos são os fatores externos à escola que são determinantes para a descontinuidade das trajetórias escolares das mulheres que frequentam a EJA, e a violência é um deles, manifestada em suas diversas formas: seja no ambiente urbano ou doméstico; seja a violência em função da cor/raça; ou ainda outra modalidades como a moral, psicológica, financeira, patrimonial, dentre outras. Mas é a violência que ocorre no seio do lar, numa relação de afetividade e intimidade que nos chama a atenção. Ela que pode abarcar todas citadas acima. Desconhece-se pesquisas científicas que apontam uma relação direta da violência conjugal contra as mulheres e a acidentalidade das suas trajetórias escolares. Mas, a partir de suas vivências concretas é possível identificar uma imbricação complexa entre estes dois fenômenos que, juntamente com outros determinantes, repercutem negativamente no acesso à educação de mulheres.

A categoria gênero é fundamental para apreender as relações sociais entre homens e mulheres. Ela emerge, primeiramente, entre os estudos norte-americanos, inserido no contexto dos movimentos sociais feministas. Na França, o termo é relativamente recente, surge em momentos distintos, entre meados dos anos 80 e início dos anos 90, utilizam também o termo “relações sociais do sexo” para se referir ao gênero.

Os estudos da escritora e cientista social Joan Scott (1995), especialmente em seu trabalho intitulado “*Gênero: uma categoria útil para análise histórica*”, fundamentaram grande parte das teorias feministas, inclusive no Brasil. Ela

o define como uma categoria de análise que só pode ser compreendida historicamente, situada no tempo e no espaço.

Com este enfoque é provável a superação do viés positivista em perceber a sociedade, pois rejeita a visão reducionista e universalista que enquadra os sujeitos em papéis pré-concebidos, sexualmente determinados desde o nascimento, que são

(...) basicamente, padrões ou regras arbitrárias que uma sociedade estabelece para seus membros e que definem seu comportamento (...) essa concepção pode ser redutora ou simplista (...) parece remeter a análise para os indivíduos e para as relações interpessoais. (LOURO, 2003, p. 22, 23),

De tal modo, homens e mulheres são sujeitos múltiplos, heterogêneos, com identidades próprias, formadas a partir de várias estruturas, sendo inconcebível enquadrá-los em papéis universalizantes. Como afirma Louro (2003, p.25) “O sujeito é brasileiro, negro, homem, etc. Nessa perspectiva admite-se que as diferentes instituições e práticas sociais são constituídas pelos gêneros e são, também, constituintes dos gêneros. Estas práticas e instituições ‘fabricam’ os sujeitos”.

Segundo Saffioti (2004, p. 125), o gênero compõe o tripé da dominação-exploração que, juntamente com a raça/etnia e classe, dão origem ao patriarcado, ao racismo e ao capitalismo, respectivamente. Contradições que estão na estrutura da nossa sociedade, surgem em diferentes momentos, mas ao longo da história cruzam-se e reatualizam-se de acordo com o momento histórico o qual fazem parte e estão presentes até hoje, preservando o seu caráter excludente, hierárquico e explorador. Tais estruturas, sozinhas, apresentam características diferentes quando exercem em conjunto, “imbricadas no nó que formaram ao longo da história”.

É importante sinalizar que as relações de gênero não implicam em desigualdades mas, dado à estrutura patriarcal que estão inseridas, são comumente utilizadas como uma forma de hierarquização social, onde diferenças sexuais e biológicas são utilizadas para justificar diversidades sociais. E a violência de gênero, constitutiva da organização social, é um instrumento para perpetuação destas desigualdades. Para Saffioti (2001), ela é um fenômeno ‘democrático’, pois não escolhe classe social, raça/etnia, escolaridade, idade, país, religião. No entanto, as mulheres das classes trabalhadoras, com menor poder aquisitivo e as negras, atingidas pelas diversas formas de racismo, por estarem também inseridas em outras estruturas desiguais, estão mais vulneráveis à violência, sobretudo nos espaços educacionais.

Este fenômeno é, reconhecidamente, um problema mundial que requer esforços internacionais para seu enfrentamento, pois afeta os países em todas as instâncias: política, social, econômica e cultural. É inegável o avanço na busca pela superação desta questão, são acordos internacionais, leis nacionais, políticas públicas para prevenção e combate. Adota-se a concepção de violência contra as mulheres da Convenção Interamericana para Prevenir, Punir, e Erradicar a Violência Contra a Mulher, conhecida como “Convenção de Belém do Pará”, realizada na cidade de Belém do Pará, em 1994, promovido pela Organização dos Estados Americanos – OEA. Ela declara que “a violência contra a mulher constitui violação dos direitos humanos e liberdades fundamentais e limita total ou

parcialmente a observância, gozo e exercício de tais direitos e liberdades” (OEA, 1994, p. 1).

Saffioti (2004, p.19,75) corrobora com esta visão como “todo agenciamento capaz de violar os direitos humanos”, uma vez que contesta o conceito usualmente utilizado para defini-la que não abarca o fenômeno em sua complexidade ao ser entendida como formas de ruptura de integridades da mulher, seja integridade física, psíquica, sexual, moral, etc. quando diz:

Sobretudo, em se tratando de violência de gênero, e mais especificamente intrafamiliar e doméstica, são muito tênues os limites entre a quebra da integridade e obrigação de suportar o destino de gênero traçado para as mulheres: sujeição aos homens, sejam pais ou maridos. (...) a mera existência da tenuidade representa violência (SAFFIOTI, 2000, p. 84).

Assim, a violência como forma de ruptura de integridades abre um leque de possibilidades para entender algo como violento ou não, pois se restringe ao campo das individualidades, ainda que seja um mecanismo social, cada mulher irá interpretar de forma particular. O que uma acredita ser uma forma de violência, outra pode não considera-la e sim uma atitude “natural” entre casais. Isto é arriscado, pois esvazia o caráter político da violência contra as mulheres. O mérito em utilizar a concepção de direitos humanos, embora não seja um conceito homogêneo, mas de contornos diversificados, é que “(...) servem como balizas, evitando-se que se resvale para o individual. (...) O respeito ao outro constitui o ponto nuclear desta nova concepção da vida em sociedade (...)” (SAFFIOTI, 2000, p. 85).

Portanto, tudo que viola os direitos humanos é uma forma de violência, assim, as trajetórias escolares descontinuas das mulheres da EJA em função das desigualdades de gênero é uma violação dos seus direitos humanos. Seja quando elas tem que escolher entre continuar os estudos ou dedicar-se ao “papel” de mulher, mãe, dona de casa, responsável em cuidar dos filhos, do marido e da casa; seja em assumir jornadas duplas ou triplas para complementar ou prover o sustento da família ou ainda, interromper os estudos por proibição do companheiro, entre outros fatores que se apresentam.

Diante desta realidade, a violência não se restringe aos atos violentos, manifesta-se de outras formas, como a exclusão do processo educacional, ao serem privadas de um direito básico. Geralmente, restringe-se a violência somente à agressão, por esta ser mais explícita e atingir diretamente o corpo físico. No entanto, Odália (1993, p. 22,23) relata que:

Nem sempre a violência se apresenta como um ato, como uma relação, como um fato, que possua estrutura facilmente identificável (...) o ato violento se insinua, frequentemente, como um ato natural, cuja essência passa despercebida. Perceber um ato como violento demanda do homem um esforço para superar sua aparência de ato rotineiro, natural e como que inscrito na ordem das coisas.

Tais formas não visíveis oprimem e tolgem da mesma maneira (ou mais intensamente) as pessoas, pois são legitimadas pelas instituições sociais e naturalizadas pela sociedade. É um problema social que possui diversas faces e peculiaridades, especialmente a violência conjugal, atuando na heterogeneidade dos casais. Uma delas diz respeito ao

seu agressor, devido ao grau de intimidade proporcionado pela convivência, conhece suas fragilidades, com isso pode controlar diretamente a vida de suas “vítimas”, tendo acesso direto a elas a qualquer tempo. Outra especificidade é que a sociedade “autoriza” os homens a exercerem sua dominação/exploração, ao legitimar a violência contra as mulheres, levando-os a transformarem agressividade em agressão, apresentando posições contraditórias em relação à este fenômeno: ora a rejeita, dependendo da forma e intensidade com que acontece, com requintes de crueldade, por exemplo; ora a legitima, ao reproduzir os padrões impostos às mulheres de submissão ao homem. “É, simultaneamente, recusada pela sociedade, à medida que o nível de tolerância social em relação a esta forma de violência vai se reduzindo, e legitimada pela mesma, à proporção que o conjunto de relações sociais, que determinam um lugar subordinado para a mulher, não sofre mudanças substantivas” (ALMEIDA, p. 1998, p. 3)

Iniciativas governamentais sugeriram na tentativa de superar a problemática da violência. Os movimentos feministas foram grandes responsáveis em dar visibilidade à este fenômeno que atinge mulheres em todas as sociedades. Para Carneiro (2003, p. 117), o movimento de mulheres no Brasil é um dos mais respeitados do mundo, referência internacional em relação à determinados temas e também um dos mais articulados, destacando-se no cenário público em relação à outros movimentos no país. “Fato que ilustra a potência deste movimento foram os encaminhamentos da Constituição de 1988, que contemplou cerca de 80% das suas propostas, o que mudou radicalmente o *status* jurídico das mulheres no Brasil. A Constituição de 1988, entre outros feitos, destituiu o pátrio poder.”

A lei 11.340/06, conhecida como Lei Maria da Penha, é um exemplo disto, representou no campo jurídico brasileiro e para toda a sociedade, um divisor de águas no enfrentamento da violência doméstica e familiar contra as mulheres. Dentre as inovações, destacam-se: a sua definição como “qualquer ação ou omissão baseada no gênero que lhe cause morte, lesão, sofrimento físico, sexual ou psicológico e dano moral.”; passa a ser tipificada como crime, apurada através de inquérito policial remetido ao Ministério Público. São criados Juizados Especializados para apurar esse tipo de crime. Determina que a mulher só poderá renunciar à denúncia perante o juiz. Ficam proibidas as penas pecuniárias. Altera o Código de Processo Penal para possibilitar ao juiz a decretação da prisão preventiva quando houver riscos à integridade física ou psicológica da mulher. Em 2012 houve uma alteração da lei em que qualquer pessoa pode denunciar casos de agressão contra mulheres, pois antes previa que o agressor só seria denunciado se a mulher agredida fizesse uma queixa formal (BRASIL, 2006, p. 8).

No entanto, as leis não foram suficientes para diminuir os índices de violência contra as mulheres, uma vez que após oito anos de criação da Lei Maria da Penha, não houve redução no número de feminicídios no Brasil. É o que apresenta o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA através da pesquisa, divulgada no final de 2013, intitulada: “*Violência contra a mulher: feminicídios no Brasil*”. O que houve foi apenas um “sutil decréscimo da taxa no ano 2007, imediatamente após a vigência da lei”, mas depois a taxa voltou a crescer. Antes da lei, no período de 2001 a 2006, as taxas de mortalidade foram 5,28 por 100 mil mulheres e, após a lei, no período de 2007 a 2011, a taxa foi de 5,22 por 100 mil mulheres. E ainda, “em média ocorrem 5.664 mortes de

mulheres por causas violentas a cada ano, 472 a cada mês, 15,52 a cada dia, ou uma a cada hora e meia”, diz o estudo.

Quanto ao perfil das vítimas, o estudo do IPEA (2013) mostra que os principais alvos foram as mulheres mais jovens, com 31% na faixa etária de 20 a 29 anos e 23% de 30 a 39 anos e “mais da metade dos óbitos, ou seja, 54% foi de mulheres de 20 a 39 anos. A maior parte das vítimas era negra com 61%, principalmente nas regiões Nordeste, 87% das mortes de mulheres, Norte com 83% e Centro-Oeste com 68%. A maioria também tinha baixa escolaridade (48% das com 15 ou mais anos de idade tinham até 8 anos de estudo). Os estados que apresentaram as maiores taxas foram o Espírito Santo com 11,24%, Bahia com 9,08% e Alagoas com 8,84%. As taxas mais baixas estão no Piauí (2,71), Santa Catarina (3,28) e São Paulo (3,74). Conclui refletindo que o aumento de assassinatos de mulheres em função do gênero, em todos os estados do Brasil é muito preocupante, uma vez que são “completamente evitáveis, que abreviam as vidas de muitas mulheres jovens, causando perdas inestimáveis, além de consequências potencialmente adversas para as crianças, para as famílias e para a sociedade” (IPEA, 2013, p. 5).

Diante de tais dados e das teorias explanadas, é possível perceber que a violência contra a mulher não apresenta somente um conceito, por ser multifacetada, abre diversas possibilidades de interpretá-la. Isto dificulta o seu enfrentamento, pois os mecanismos institucionalizados, como implementação de políticas públicas, não alteram as relações de hierarquias sociais. As ideologias em torno desta questão são poderosos instrumentos para manutenção das desigualdades sociais, por isso, é necessário modificar as práticas cotidianas para vislumbrar uma sociedade mais justa.

V. CONCLUSÃO

Este artigo, por fazer parte de uma pesquisa de mestrado ainda em construção, trouxe uma base para compreender a repercussão da violência conjugal contra as mulheres que interferiram no seu processo de escolarização. Desta forma, ainda não foi possível explicar as análises e resultados da pesquisa de campo, realizada com mulheres da educação de jovens e adultos/as. Pretendeu suscitar uma reflexão sobre o fenômeno da violência de gênero nas relações conjugais e suas repercussões para a trajetória escolar de mulheres. Os referências discutidos permitiram perceber que tal problemática traz graves implicações, não somente elas, mas para toda sociedade. Não é possível mensurar as consequências, mas acredita-se serem enormes, o atraso em relação à escolarização é uma delas, deixando à margem, mulheres que tiveram seu percurso escolar interrompido em face da violência. Iniciativas surgiram, no âmbito nacional e internacional, mas não foram suficientes para conter a violência contra as mulheres e seus efeitos devastadores, portanto, torna-se um grande desafio a ser enfrentado pela sociedade brasileira.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. S. de. **Femicídio**: algemas (in) visíveis do público-privado. Rio de Janeiro: REVINTER, 1998.
BELTRÃO, K. I.; ALVES, J.E.D. A reversão do hiato de gênero na educação brasileira no século XX. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, v.39, n 136, p 125 – 56, 2009.
BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto nº 5.478**. 24 de junho de 2005.

_____. Lei Maria da Penha nº 11.340, 7 de agosto de 2006. Cria mecanismo para coibir a violência doméstica e familiar contra a mulher e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 ago. 2006.

_____. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos**: educação profissional técnica de nível médio/ensino médio – documento base. Brasília: MEC, ago.2007.

CARNEIRO, S. Mulheres em Movimento. **Estudos Avançados**. nº 17, P. 117-132, 2003.

HADDAD, S.; DI PIERRO. Escolarização de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**. São Paulo, n 14, 108-130, 2000.

IBGE. Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em julho/13.

IPEA. Violência contra a mulher: feminicídios no Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>. Acesso em março/14.

LOURO, Guacira L. **Gênero, sexualidade e educação**: uma perspectiva pós-estruturalista. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

ODALIA, N. **O que é violência**. Coleção primeiros passos. São Paulo: Brasiliense, 2004.

OEA. **Convenção Interamericana para Punir, Prevenir e Erradicar a Violência contra a Mulher**. Belém/PA, 1994.

ONU. **Conferência das Nações Unidas Sobre a Mulher**. Pequim, 1995.

PAIVA, J. Direito à educação de jovens e adultos: concepções e sentidos. [200-]

ROSEMBERG, F. Enfoques e Abordagens: Educação e Gênero no Brasil. In: **Proj. História**. São Paulo, n 11, p. 7-18, 1994

SAFFIOTI, H. I. B. Já se mete a colher em briga de marido e mulher. **São Paulo em Perspectiva**. v. 13, n. 4. São Paulo, 2000.

_____. Contribuições feministas para o estudo da violência de gênero. **Cadernos Pagu**. São Paulo, n.16, p. 115-136, 2001.

_____. **Gênero, patriarcado e violência**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, Coleção Brasil Urgente, 2004.

SCOTT, Joan W. Gênero: uma categoria útil de análise histórica. In: **Educação e Realidade**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

UNESCO. Declaração Mundial sobre a educação para todos: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem. In: **Conferência Mundial sobre a Educação para Todos**, 1990. *Anais...*Jomtien, Tailândia, 1990.

_____. Declaração de Hamburgo sobre a educação de adultos e plano de ação para o futuro. In: **Conferência Internacional sobre a Educação De Adultos**, 1997, Hamburgo. *Anais...* Hamburgo, Alemanha, 1997.

_____. **Alfabetização de Jovens e Adultos no Brasil**: lições da prática. Brasília, 2008.

_____. **Relatório de Monitoramento Global da EPT 2013/4**. 2014.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: As autoras são as únicas responsáveis pelo material incluído no artigo.

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PILAR DE MANUTENÇÃO PLANEJADA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MADEIREIRA

ADEMIR STEFANO PIECHNICKI; LEANDRO ROBERTO BARAN; JAIME ANDRÉ RAMOS FILHO;
FLÁVIO PIECHNICKI
INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ - IFPR
ademir11@gmail.com;leandro.baran@ifpr.edu.br;jaime.ramos@ifpr.edu.br;flavio.piechnicki@ifpr.edu.br

Resumo - Este artigo tem como objetivo identificar e analisar os benefícios da Transferência de Tecnologia através da adoção da manutenção produtiva total (TPM) no setor de manutenção em uma indústria do segmento madeireiro. Esta transferência possibilita vantagens competitivas, como o aumento da disponibilidade e confiabilidade de seus ativos, melhorando a qualidade dos produtos e fornecendo de um ambiente de trabalho mais saudável e seguro. Neste sentido, o trabalho apresenta uma investigação que pode ajudar os gestores e os profissionais de manutenção a enfrentar os desafios deste mercado altamente competitivo.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia. Manutenção Planejada. TPM.

I. INTRODUÇÃO

Com a globalização da economia e o aumento de competitividade do mercado mundial, as organizações vêm sofrendo mudanças drásticas em suas práticas estratégicas e operacionais. Estas mudanças ocorrem em alta velocidade e estas empresas são forçadas a injetar grandes investimentos em tecnologia nos seus processos produtivos, a fim de garantir o aumento de competitividade e a sobrevivência do seu negócio.

Esses processos estão se tornando cada vez mais complexos, tanto pelo desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação e informação, como pelo incremento do nível de automação. Além disso, a busca pela excelência em termos de qualidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos, são requisitos básicos para a geração dessas forças competitivas.

Para gerir essa complexidade organizacional, a manutenção é evidenciada como um dos setores mais importantes das empresas. Aplicando técnicas e soluções inovadoras, a manutenção atua como elo entre a estratégia e a operação dos processos, garantindo o alcance dos objetivos e metas, com serviços e produtos mais confiáveis e de maior valor agregado.

Escorsim (2006) complementa que a organização dos processos está diretamente ligada à tecnologia e ambas são inseparáveis. As implantações de novas tecnologias e de sistemas de informação disponibilizam aos gestores

importantes mecanismos para a melhoria da qualidade e da produtividade.

No sentido de garantir que esses objetivos das organizações sejam conquistados, o setor de manutenção deve estabelecer e sistematizar um Programa de Gestão da Manutenção. Esse programa possibilitará a aplicação de tecnologias que servirão como apoio à melhoria da confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos.

Hoje, existe uma grande variedade de instrumentos gerenciais disponíveis para apoiar a gestão dos recursos e a tomada de decisões da manutenção. Estas ferramentas incluem, entre outras, a Manutenção Autônoma, Engenharia de Manutenção, Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), Manutenção Preventiva, *Benchmarking*, Manutenção Preditiva e a Manutenção Produtiva Total (TPM) (KARDEC, 2009; SIMÕES, 2011; WIREMAN, 2003; NEPOMUCENO, 1999).

Como parte integrante dessas práticas, a TPM emerge como um programa de manutenção que promove a interação total entre o homem, a máquina e a empresa (NAKAJIMA, 1989). Mirshawaka (1994) e Takahashi (2000) definem a TPM como um programa de manutenção mais amplo, que envolve todos os empregados da organização, desde a alta administração até os operadores.

Esta filosofia está fundada em princípios de otimização dos recursos humanos e dos equipamentos, ou seja, ocorre uma mudança da cultura organizacional para melhorar os equipamentos, com o objetivo de melhorar os resultados com o menor custo (SUZUKI, 1992). Contudo, o TPM é uma tecnologia centrada no processo de melhoria contínua, que se esforça para otimizar a eficiência de produção, identificando e eliminando as perdas de eficiência da produção em todo o sistema (AHUJA E KUMAR, 2009).

Segundo Barbieri (1990), um forte elemento que auxilia o desenvolvimento destas tecnologias é a transferência de tecnologia, compreendida como um processo de assimilação dos conhecimentos produzidos em uma empresa oriundos de outra. Esse processo permite que a tecnologia existente seja transmitida, satisfazendo as necessidades da empresa cedente e da receptora (ASSAFIM, 2005). Nesta vertente, a transferência de tecnologia é considerada um meio muito eficaz para disseminação da

inovação e se tornou uma alternativa competitiva para as empresas aplicarem novas tecnologias (SILVA, 2003).

Desta forma, a transferência de tecnologia vem ocorrendo na indústria brasileira para otimização da gestão das operações dos processos, aumentando a confiabilidade e disponibilidade de suas máquinas e equipamentos. Neste contexto, emerge a necessidade de implantar o Pilar de Manutenção Planejada, através da filosofia da TPM na empresa, objeto desta pesquisa, para gerenciar e melhorar a eficácia de suas atividades.

Nos últimos anos a exportação dos derivados da madeira para os Estados Unidos sofreu uma queda acentuada. O motivo é a crise imobiliária americana, em função da retração no mercado de construção civil. Esse cenário é propício para que a concorrência entre as Empresas Madeireiras Brasileiras se torne cada vez mais acirrada.

Para estabelecer e sustentar uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes, essas empresas buscam atingir o máximo de eficiência em seus processos produtivos através de suas máquinas e equipamentos.

Essas afirmações são evidenciadas por uma pesquisa da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), que demonstra que as empresas estão gastando mais para ter seus equipamentos em ótimas condições de funcionamento. Em 2011, o mercado da manutenção movimentou valores em torno de 5% do PIB Brasileiro, o que corresponde a cerca de US\$ 100 bilhões anuais.

Desta forma, a busca por ferramentas eficazes para apoiar o gerenciamento da manutenção dos equipamentos e instalações se tornou um objetivo constante das organizações. E neste contexto, a metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM), é considerada como uma metodologia poderosa para aumentar a eficiência dos processos industriais, garantindo o aumento de competitividade e a sobrevivência no mercado.

A implementação do TPM nas indústrias japonesas tem elevado a eficiência de seus processos para a ordem de 60 a 90% de sua capacidade instalada (NAKAJIMA, 1989). Empresas que praticam TPM, invariavelmente, podem alcançar resultados surpreendentes, como o aumento da produtividade e a redução das quebras dos equipamentos, pequenas paradas, defeitos de qualidade, custos, volume dos estoques e do número de acidentes (AHUJA E KUMAR, 2009).

A presente pesquisa se limitará ao estudo de transferência de tecnologia no processo de Implementação do Pilar de Manutenção Planejada, a partir de um estudo de caso em uma Indústria de Fabricação do segmento Madeireiro na cidade de Telêmaco Borba-PR.

Esta pesquisa tem como objetivo principal de avaliar os resultados da utilização do Pilar de Manutenção Planejada da filosofia da Manutenção Produtiva Total (TPM) para otimizar a estratégia da manutenção.

Os resultados obtidos são mensurados, comparados e comentados com o antigo sistema de manutenção, mostrando todos os ganhos, benefícios e dificuldades encontradas na nova sistemática de gerenciamento da manutenção, realçando a sua importância dentro do contexto geral da empresa.

O trabalho foi elaborado a partir das observações durante a implantação da nova metodologia de manutenção em uma Indústria Madeireira, e a partir disso foi desenvolvida uma sistemática para melhor compreensão sobre a aplicabilidade da teoria na prática. Sequencialmente,

o desenvolvimento do trabalho é detalhado, através de seis etapas, analisando a implantação da manutenção planejada:

- 1ª - Entender a situação atual;
- 2ª - Trazer os equipamentos às condições originais.
- 3ª - Construir um Sistema de Informação;
- 4ª - Construir um Sistema de Manutenção Baseada no Tempo;
- 5ª - Construir um Sistema de Manutenção Baseada na Condição;
- 6ª - Avaliação do aumento da confiabilidade, manutenibilidade e melhorias na otimização da manutenção x custos;
- 7ª - Utilizar o equipamento no Limite.

II. IMPLANTAÇÃO DO PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA PELA EMPRESA

Embora o lema da Manutenção Planejada no TPM seja "Quebra Zero", a ela não é empregada com o objetivo de simplesmente evitar quebras, mas sim com o objetivo de manter a função dos diversos sistemas existentes.

De acordo com Xenos (1998) e Nakajima (1988), a implementação da estrutura de manutenção planejada é desenvolvida em fases, capacitando progressivamente as pessoas, para que essas tenham condições de melhorar seus métodos e equipamentos e que se estabelece em sete etapas.

- Etapa 1: Avaliar o equipamento e compreender a situação atual;
- Etapa 2: Trazer os equipamentos as condições originais;
- Etapa 3: Criar um sistema de gestão das informações;
- Etapa 4: Estruturação da manutenção periódica;
- Etapa 5: Estruturação da manutenção baseada na condição;
- Etapa 6: Avaliação do aumento da confiabilidade, manutenibilidade e melhoria na otimização da manutenção x custos;
- Etapa 7: Utilizar o equipamento no limite.

A partir dessa metodologia foi estabelecido 6 passos para a implantação da manutenção planejada, conforme Figura 1, que começaram com a elaboração do "Master Plan" pelo coordenador de manutenção, com todas as etapas e suas respectivas datas de implementação com início em 06/05/2009 e término 31/12/2013:

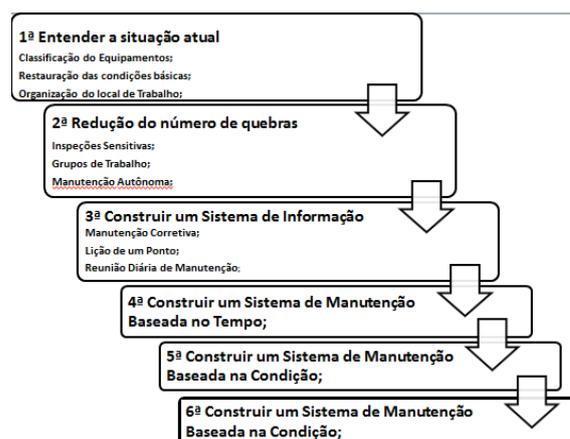


Figura 1 – Passos para a implantação da manutenção planejada

2.1 Primeira Etapa

2.1.1 Entender a situação atual

Antes da introdução do pilar de manutenção planejada, a empresa não possuía nenhum método de trabalho, e conviviam de modo pacífico com problemas crônicos, que resultava em uma taxa muito elevada de manutenção corretiva não planejada. Além disso, afetava a moral da equipe, ocasionando alta rotatividade do quadro de funcionários do setor.

Os principais problemas que o setor de manutenção enfrentava eram as seguintes: alta taxa de retrabalho; os objetivos não eram claros; insatisfação dos demais setores; elevados custos de manutenção; falta de limpeza e organização; falta de pessoal qualificado; falta de peças de reposição; falta de procedimentos; baixo conhecimento sobre os equipamentos; baixa produtividade; histórico de manutenção inexistente; abuso de improvisos; falta de recursos; falta de material para apoio tecnológico e catálogos; horas extras em excesso; falta de planejamento prévio de manutenção; baixa disponibilidade; baixa confiabilidade; deteriorização dos equipamentos.

Através da análise dessa situação pela gerência da manutenção, foi redesenhado o organograma de manutenção, dando foco à metodologia. Baseado numa estrutura por células de trabalho foi descentralizada toda a estrutura, dando um maior direcionamento ao trabalho dentro de cada Processo Produtivo.

As atividades de manutenção com foco nesse método começaram no dia 06 de maio de 2010, com uma apresentação para todo o quadro de manutenção, em que foram apresentados o “*Master-Plan*”, a nova estrutura de trabalho, estrutura do plano de cargos e toda a proposta de trabalho a ser desenvolvida.

2.1.2 Classificação dos equipamentos

O passo seguinte foi a avaliação e classificação de níveis dos equipamentos, ou seja, definir o grau de importância dos equipamentos de acordo com o processo, tendo como critérios para essa avaliação os itens relacionados com a produtividade, qualidade, custo, entrega e segurança. Definindo os níveis de importância dos equipamentos o mesmo deveria ser registrado no cadastro, como equipamento “A” – alta criticidade; equipamento “B” – média criticidade e equipamento “C” – baixa criticidade.

2.1.3 Restauração das condições básicas

Inicialmente, foi realizado um levantamento para a restauração das condições básicas dos equipamentos, que consiste em devolver ao equipamento suas características originais que foram perdidas em função do envelhecimento e a deficiência na prevenção da manutenção. Em seguida foi realizada a restauração dos equipamentos pelas atividades de limpeza, lubrificação, substituição de peças, aperto das porcas e parafusos, eliminação de locais de difícil acesso e combate a fatores que provocam as degenerações ou potenciais de falha.

2.1.4 Organização do local de Trabalho

Dentro de toda a estrutura do setor de manutenção foi padronizada uma configuração do ambiente de trabalho de forma segura, limpa e ergonômica. Aplicando os conceitos

do “5s, foram definidos o layout da manutenção, disposição e formatação das bancadas, pintura dos equipamentos, divisórias, criação de uma biblioteca técnica, criação de uma sala para solda, faixas na cor padrão conforme norma da empresa e a disposição de área para a ferramentaria e máquinas operatrizes.

2.2 Segunda Etapa

2.2.1 Redução do número de quebras

Seguindo o objetivo da segunda etapa, que é a redução do número de quebras, foi desenvolvido um documento para dar início a um sistema de tratamento de falhas, denominado “PSM” (Pedido de Serviço de Manutenção). Para isso, determinou-se que toda falha que venha a interromper ou prejudicar o processo de produção de uma máquina e que tivesse uma duração mínima de dez minutos deve-se criar uma PMS.

A primeira ação é fazer o reparo o mais rápido possível, para minimizar a perda da produção. Em seguida o manutentor deve ouvir cuidadosamente o relato da falha feito pelo operador da máquina, e através de um 5WIH preencher a PSM. Esse preenchimento deve conter o máximo de informações sobre a falha, tais como vibrações, ruídos, aquecimentos e qualquer outra anomalia que antecede a falha. Também devem ser descritas as ações com e sem êxito na manutenção corretiva, descrevendo as dificuldades encontradas em realizar o reparo.

Antes de iniciar o trabalho de redução de quebras, foi realizado um treinamento para toda a equipe de manutenção, onde foi apresentada a proposta de trabalho baseada no uso várias ferramentas como o 5WIH, brainstorm, diagrama causa-efeito e 5porquês.

Duas vezes por semana, em reuniões de aproximadamente 4 horas, em um local adequado, os Técnicos especialistas de todas as áreas, se reúnem para analisar as PSM, propondo ações de reparo e melhoria, afim de eliminar ou minimizar os modos de falhas. No verso da PSM, tem um diagrama causa-efeito que busca levantar todas as possíveis causas que provocaram o problema na máquina. Esse preenchimento é feito através de um brainstorming não estruturado, onde todos os participantes do grupo sugerem ideias para solucionar o problema.

Depois de levantadas todas as causas possíveis da quebra, são eliminadas as causas mais remotas, considerando apenas as que realmente impactaram na quebra. Além disso, as que forem originadas por falhas operacionais, são apresentadas em reuniões com a produção, demonstrando seu impacto nas quebras. E a partir de cada causa levantada, faz-se uma análise profunda através do método dos cinco porquês, até chegar a um plano de ação.

Os resultados desta análise são posteriormente apresentados e discutidos por todos os participantes, como um meio de educação mútua. A seguir, são programados os executantes de cada ação, com suas respectivas datas. E baseados nas execuções dessas ações, cada vez mais, os equipamentos são investigados, restaurados e melhorados, e em poucos meses de realização das análises de quebras foi reduzido drasticamente a manutenção corretiva, evitando quebras recorrentes e aumentando cada vez mais a confiabilidade dos equipamentos.

2.2.2 Manutenção Corretiva

Para reduzir o impacto da manutenção corretiva, em determinados setores foram aplicadas peças reservas montadas em estoque para a substituição rápida na área. As quebras mais significativas são tratadas pelo grupo de análise de quebras, de modo a evitar sua reincidência através de ações de melhoria, aumentando a qualidade de suas peças e ainda se o equipamento tem debilidades de projeto, pode-se reprojeta-lo.

2.2.3 Grupos de trabalho para a redução de quebras repetitivas

Para a redução das quebras repetitivas foi realizado um “Deployment de Quebras”, que consiste em mensurar as quebras pela estratificação de seus dados. Desta forma, é possível gerar um gráfico de Pareto, com as áreas e os modos de falhas mais recorrentes e que representam um maior impacto no processo produtivo. Para estas quebras foram lançados grupos de trabalhos, focado em uma metodologia desenvolvida internamente para a, denominado FMS (*Failure mode study*). O grupo é gerado com no máximo quatro participantes e um período de 8 semanas de duração, onde o problema é estudado profundamente. Através de reuniões semanais são discutidas as ações e os resultados. No decorrer desse período, são realizadas auditorias, para garantir que todos os prazos e objetivos sejam cumpridos. E no encerramento do grupo, é realizada uma apresentação com todos os envolvidos, demonstrando o método do trabalho e os resultados alcançados. Novos grupos são lançados após o encerramento dos grupos atuais.

2.2.4 Manutenção Autônoma

Na área de manufatura a manutenção autônoma iniciou com as atividades de lubrificação na Área de Emendadeiras, onde operadores ficaram responsáveis pela lubrificação diária de suas máquinas. Em seguida pode ser estendida para o setor de Destopamento, em suas inúmeras máquinas individuais que sempre se caracterizaram pelo alto desprendimento de mão-de-obra da manutenção. E partindo dessa necessidade foi realizado um treinamento para alguns operadores, a fim de realizarem pequenos reparos e regulagens em suas máquinas.

Apesar de estar sendo aplicada isoladamente, a manutenção autônoma, trouxe grandes benefícios para o setor da produção, e à medida que se implanta a manutenção autônoma a equipe de manutenção passa a se concentrar em tarefas que exigem maior especialização.

2.3 Terceira Etapa

2.3.1 Construir um Sistema de informação

Com a nova estrutura de manutenção, possibilitou-se um melhor gerenciamento sobre as atividades diárias da manutenção. Desta forma, criou-se uma sistemática para atualização constante, que gerava ordens de serviço de manutenção, tanto corretivas como preventivas, além de um controle efetivo sobre os apontamentos de mão-de-obra.

Para as atividades de lubrificação, contratou-se uma empresa que desenvolveu um *software* para controlar todas as atividades. Sendo responsável por todo suporte e treinamento sobre a sua operacionalização. A lógica de funcionamento do sistema, o qual, a partir de informações cadastrais que deveriam ser atualizadas e/ou introduzidas no sistema, determinaria:

- A rotina diária de trabalho e, conseqüentemente, o gerenciamento das atividades;
- Os relatórios gerenciais possíveis de obter;
- As informações estatísticas que o sistema poderia oferecer.

2.3.2 Inspeções Sensitivas

Para esta etapa foram desenvolvidos padrões de inspeção para técnicos mecânicos e eletrônicos, a fim de identificar anomalias e prevenir as quebras dos equipamentos. Os lubrificadores, além da execução da lubrificação de todos os equipamentos, também ficaram responsáveis pela manutenção sensitiva. Podendo estar diagnosticando anomalias através de parâmetros como a temperatura, ruído ou qualquer defeito que possa ser identificado durante suas atividades de rotina, aumentando a confiabilidade dos equipamentos.

2.3.3 Reunião diária de manutenção

Nesta etapa foi iniciada a Reunião Diária de Manutenção, onde são analisadas todas as pendências e problemas diários, gerando ações para que possam ser resolvidas rapidamente. Essa reunião tem a participação efetiva de todos os analistas e programadores de todas as áreas, e dependendo da necessidade também conta com a participação de técnicos mecânicos e eletrotécnicos. Tendo uma duração média de dez minutos, proporciona uma rápida disseminação dos problemas, podendo atacar em seu estágio inicial, priorizando situações emergenciais.

2.3.4 Lição de um ponto

A lição de um ponto (LUP) é um documento de instrução ou conceito técnico, que é utilizada como uma ferramenta de treinamento. Ela auxilia na elaboração de procedimentos básicos de lubrificação, limpeza e inspeção autônoma, a ser seguido pelo operador ou mantenedor. Dentro do Processo de Manufatura, através das LUPs, foram introduzidos vários registros de melhorias e soluções de problemas, trazendo os seguintes benefícios:

- Transferência de conhecimentos;
- Padronização de atividades;
- Fonte informações para os novos projetos, tantos internos quanto para os fabricantes de máquinas;
- Fator motivacional.

2.4 Quarta Etapa

2.4.1 Construir um sistema de manutenção baseada no tempo

Para as ações baseadas no tempo, foi criado um cronograma de manutenção preventiva com intervalos fixos entre as manutenções para todas as máquinas de maior importância dentro do processo. Essas manutenções preventivas tem duração de aproximadamente 8 horas, e são executados todos os serviços gerados pelos planejamentos da manutenção, inspeções sensitivas, manutenção preditiva e introdução de melhorias pelas análises de quebra e solicitações da produção.

Para elaboração dos planos de manutenções preventivas baseadas no tempo foi designado aos técnicos especialistas de suas respectivas áreas. O ponto de partida foi à extração de

informações fornecidas pelos fabricantes através de especificações técnicas e recomendações sobre manutenção.

Entretanto, como o nível de complexibilidade dos equipamentos é baixa e a equipe de manutenção já acumulava grande experiência prática ao longo do tempo, o “*Know How*” dos técnicos teve um maior impacto na elaboração destas atividades periódicas. Para essas atividades foram criados cartões “*T*”, contendo todas as informações necessárias para a sua execução. Esses cartões foram dispostos em um quadro de “*Gestão a Vista*”, permitindo um acompanhamento de todo pessoal da área, sendo atualizados e submetidos a uma verificação periódica por parte dos técnicos especialistas, podendo alterá-los, eliminá-los, ou ainda acrescentar um novo cartão.

2.5 Quinta Etapa

2.5.1 Construir um sistema de manutenção baseada na condição

Visando estabelecer o programa de manutenção preditiva, foi realizada uma análise dos métodos preditivos disponíveis que são tecnicamente ou economicamente viáveis de serem utilizados por tipo de equipamento. Assim, foram até o momento incluídos neste programa o monitoramento dos seguintes métodos:

a) Análise de óleos hidráulicos e lubrificantes.

A ferrografia é uma técnica de avaliação das condições de desgaste dos componentes de uma máquina por meio da quantificação e observação das partículas em suspensas no lubrificante. Foi executada em conjunto com um fornecedor eleito, em que se criou um programa para monitoração objetiva (acompanhamento feito com base em medições) da qualidade do óleo hidráulico e do óleo lubrificante utilizado nas máquinas. Inicialmente ficou restrito a equipamentos críticos, mas esta sendo expandido progressivamente, conforme o “*Máster Plan*”.

b) Análise de vibração

Dentro do processo de manufatura, inicialmente ficou restrita apenas a pontos críticos (110 pontos), pois a maioria dos equipamentos é de pequeno porte, e decidiu-se não aplicá-la em seu momento de implantação. Estuda-se a possibilidade de monitorar 100% dos equipamentos com mão-obra-direta.

c) Termografia

Esta técnica de manutenção preditiva também foi designada a uma empresa especializada, e decidiu-se monitorar todos os painéis elétricos dentro da empresa. A frequência do monitoramento é trimestral, e na segunda etapa será semestral, à medida que a confiabilidade aumente.

2.6 Sexta Etapa

2.6.1 Construir um sistema de Custos de Manutenção.

Apesar de não ter sido alcançado a etapa de gerenciamento dos custos da manutenção, dentro do processo de implantação da manutenção planejada, a prática de redução de custos deve ser sempre mantida, e os gerentes devem adotar formas mais científicas de redução de custos de manutenção, ao invés de partir para soluções mais fáceis e menos criativas, como deixar de lado a manutenção ou reduzir o quadro de pessoal.

III. RESULTADOS

3.1 Resultados Gerais

Desde o início das atividades da implantação da manutenção planejada, os indicadores da manutenção foram submetidos a um efetivo controle. Os dados foram estratificados para uma avaliação periódica e acompanhamento do desempenho, com relação ao número de quebras e tempos pedidos de produção.

Após os dez primeiros meses de trabalho houve uma redução de 42,4% das horas perdidas de produção, comparando-se os resultados com os dez meses anteriores à implementação. Na Figura 2, vemos que os resultados das ações implementadas foram fundamentais para a diminuição de paralisações. Esses resultados confirmam a eficácia das ações sistemáticas da manutenção, havendo uma redução no tempo de parada, que garante o aumento na disponibilidade de máquina para o cliente interno.

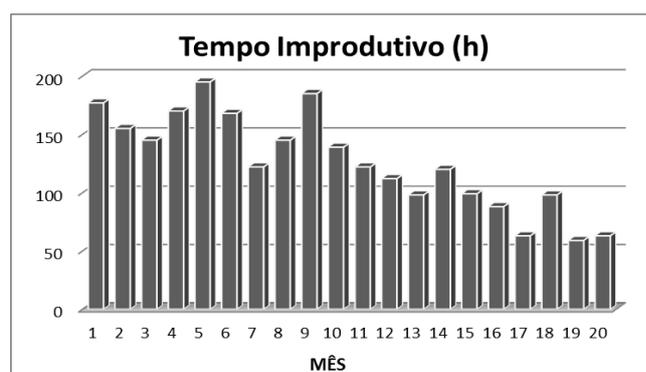


Figura 2 - Gráfico de Quebras
Fonte: Gerenciamento Visual – Empresa, 2011.

3.2 Resultados Não Mensuráveis

Os principais benefícios não mensuráveis identificados com a implementação do Pilar da Manutenção Planejada foram:

- Criação de um ambiente de trabalho limpo, organizado e seguro;
- Formação de especialistas mecânicos e eletrotécnicos multifuncionais;
- Eliminação da atmosfera de confronto que muitas vezes existia entre a operação e a manutenção;
- Devido à participação nas atividades de eliminação dos modos de falhas dos equipamentos, os membros da equipe adquiriram experiência na utilização de métodos e ferramentas destinadas à solução de problemas;
- Possibilidade de estabelecer treinamentos voltados às reais necessidades da operação;
- Em razão dos novos equipamentos e dispositivos serem sistematicamente submetidos à análise por técnicos de manutenção e pelos futuros usuários, a probabilidade de desses projetos apresentarem falhas tornam-se bastante baixas.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados decorrem da efetiva aplicação das práticas de manutenção da metodologia TPM e alguns fatores dificultaram a implementação deste sistema, entre os quais se podem citar:

- O nível de escolaridade dos colaboradores da manutenção dificultou a aplicação das práticas, muitos não possuíam o segundo grau;
- De forma geral, o apoio, o comprometimento e a constância de propósito por parte dos encarregados poderiam ser maiores, após a implantação;
- A rápida redução no quadro de funcionários, em função de desligamentos e transferências dificultou a aplicação das práticas, prejudicando os resultados;
- Alguns funcionários antigos, resistentes às novas práticas, por questões culturais ou comportamentais, dificultaram os resultados.

A Empresa está no início da implantação da metodologia TPM e muitas mudanças são necessárias para que todas as metas e projeções sejam atingidas. Isto só será possível com a colaboração de todos.

No período posterior a implantação da metodologia do Pilar da Manutenção Planejada houve uma melhoria quanto à qualidade dos serviços, produtividade, envolvimento com o processo, eliminação de perdas, minimização dos custos e utilidades e principalmente o reconhecimento da importância do cliente.

A empresa Empresa está lidando com as dificuldades encontradas neste processo de adoção desta nova sistemática de gerenciamento de manutenção, mas os resultados obtidos nos indicadores e relatórios foram satisfatórios.

Por fim, o trabalho apresenta uma investigação que pode ajudar os gestores e os profissionais de manutenção a enfrentar os desafios deste mercado altamente competitivo.

V. REFERÊNCIAS

- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. **Documento nacional 2011: A situação da manutenção no Brasil**. São Paulo. Abraman, 2011.
- AHUJA, I.P.S.KUMAR, N. P. "*A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills*", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 15 Iss: 3, pp.241 – 258, 2009.
- ASSAFIM, J.M. L., **A Transferência de Tecnologia no Brasil: Aspectos contratuais e concorrenciais de propriedade intelectual**, Lumen Juris, 2005.
- BARBIERI, J. C. **Produção e Transferência de Tecnologia**. São Paulo: Ática, 1990.
- ESCORSIM, S. **Fatores relevantes no processo de transferência de tecnologia na implementação do sistema de planejamento e controle da produção na indústria Metalgráfica Iguazu S.A.** 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.
- KARDEC, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- MIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L., **TPM a moda Brasileira**. Makron Books-McGraw-Hill, 1994
- NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC, Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.
- NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. Vol. 1. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1999.

SIMÕES, J. M., GOMES, C. F., YASIN, M. M. *A literature review of maintenance performance Measurement: A conceptual framework and directions for future research* *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol. 17. No. 2 pp. 116-137. 2011.

SILVA. L. C. S., KOVALESKI, J. L., GAIA, S. **Criação de conhecimento organizacional visando à transferência de tecnologia: os desafios enfrentados pelo Núcleo de Inovação Tecnológica da UESC**. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2011, Salvador. Anais do XXXI ENEGEP, 2011.

SUZUKI, T. *New Directions for TPM*. Massachusetts: BookCrafters, 1992, 283p.

TAKAHASHI, Y ; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. 2.ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2000. 322p.

TSANG, A. *Strategic dimensions of maintenance management*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 8 No. 1, pp. 7-39. 2002.

WIREMAN. Terry. *Benchmarking Best Practices In Maintenance Management* Hardcover, Industrial Press. 2003.

VI. COPYRIGHT

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

SISTEMA DE CONTROLE PARA UM ATUADOR DE TEMPERATURA – CÉLULA PELTIER

ANDRÉ ANTUNES JORGE¹, GILSON CESAR DA COSTA¹,
JOÃO G. N. ALMEIDA¹, RODRIGO REINA MUÑOZ¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

andre.jorge@aluno.ufabc.edu.br; gil.iar@aluno.ufabc.edu.br; joao.almeida@aluno.ufabc.edu.br;
rodrigo.munoz@ufabc.edu.br

Resumo - Este artigo apresenta um sistema de controle para um atuador de temperatura – célula Peltier, ou seja, um dispositivo que controla o sentido de aquecimento e de refrigeração em suas superfícies. O objetivo deste trabalho foi à realização de um sistema, que permitisse a um usuário controlar o efeito térmico (aquecimento e refrigeração) de uma célula Peltier, com determinado grau de otimização. Para isto, o controle do sistema foi descrito na linguagem de descrição de hardware VHDL e implementado em FPGA. O sistema desenvolvido é utilizado em aplicações que necessitam do controle térmico de uma câmara, desde que possua dimensões reduzidas, como por exemplo, um refrigerador e/ou aquecedor móvel, onde o usuário pode efetuar o controle térmico conforme sua necessidade.

Palavras-chave: Célula Peltier. Controle. Efeito Térmico. Conversor Digital-Analógico (DAC). VHDL e FPGA.

I. INTRODUÇÃO

Células Peltier são dispositivos a estado sólido que têm a função de refrigerar algum sistema através do deslocamento de calor de uma das faces para a outra, por meio da aplicação de potencial elétrico externo. Consequentemente, o deslocamento de calor entre as faces fará com que uma delas seja refrigerada e a outra seja aquecida. Como principais características destacam-se o tamanho e o peso reduzidos, além de não conterem partes móveis. Ao inverter a polaridade da tensão DC entre seus terminais, o sentido do aquecimento e da refrigeração do mesmo também é alterado, característica que as fazem ideais para controlar temperatura em processos que requerem tanto aquecimento quanto refrigeração em torno da temperatura ambiente [1] [2].

Princípio de Funcionamento

Dado o circuito de termopares, como ilustrado na Figura 1, aplicando-se uma diferença de potencial (V_{in}) entre os terminais “T1” e “T2”, provoca-se, consequentemente, uma fluxo de corrente I neste circuito. No entanto, o resultado obtido pelo fluxo de corrente nas junções dos diferentes materiais (tipo P e tipo N) é um efeito de resfriamento (denominado Q_c) na junção do termopar “A”, região em que o calor é absorvido. Um efeito de

aquecimento (denominado Q_h) ocorrerá na junção “B” do outro termopar, onde o calor será expelido. O efeito inverso ocorrerá caso a direção do fluxo de corrente seja alterada. Os efeitos observados são conhecidos como Efeito Peltier [1] [2].

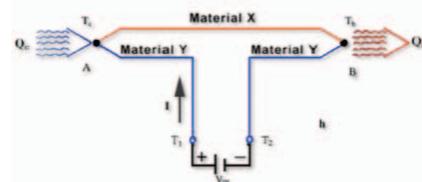


Figura 1 - Termopares polarizados com tensão contínua V_{in} .

O Efeito Peltier pode ser expresso pela eq. (1):

$$Q_c \text{ ou } Q_h = p_{xy} \times I \quad (1)$$

Sendo p_{xy} o coeficiente diferencial de Peltier entre os dois materiais x e y, cuja unidade é em volts, I é a corrente elétrica em ampères, Q_c e Q_h representam, respectivamente, a faixa de resfriamento ou de aquecimento (calor), e são expressos em watts. Portanto, baseando-se neste efeito, uma maior corrente implica em uma maior taxa de resfriamento ou aquecimento [1] [2].

Para intensificar o efeito térmico, ao invés de um par de semicondutores tipo P e N, vários pares de semicondutores tipo P e N são dispostos fisicamente em paralelo, todos conectados eletricamente em série, como ilustrado na Figura 2.

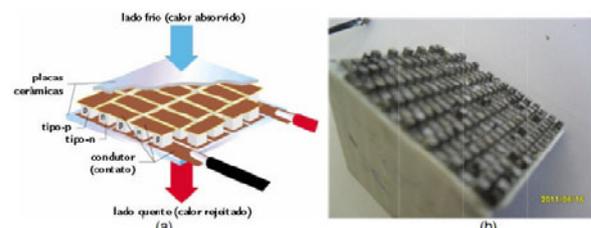


Figura 2 - a) e b) - Configuração real de uma célula Peltier
Fonte: <<http://mecatronica hoje.blogspot.com.br/2011/06/modulo-celula-de-peltier-ou-pastilhas.html>>.

II. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é a implementação de um sistema de controle, utilizando-se um FPGA, onde o sistema de controle implementado no FPGA é descrito na linguagem de descrição de hardware VHDL, um Conversor Digital Analógico (DAC) e um módulo de potência, para controlar o efeito térmico (resfriamento e aquecimento) de uma célula Peltier.

III. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Materiais e Equipamentos Utilizados

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais e/ou equipamentos: O software Quartus II – versões 9.1/11.1 da Altera; uma placa da Altera DE2-115, que contém o Altera Cyclone IV 4CE115 FPGA device; um DAC (8x1), um módulo de potência; uma célula Peltier; uma fonte de tensão contínua variável (+15V/-15V); dois multímetros digitais; cabos de interconexão; cabo flat de 40 vias e jumpers para conexões.

Metodologia

Através da implementação de um código de programa em VHDL, utilizando-se o software Quartus II – versão 11.1, que foi carregado na placa da Altera DE2-115, configuraram-se oito chaves (modelo slide switch – sw[0] a sw[7]) que controlarão as combinações dos bits nas entradas digitais de um DAC (8 entradas digitais – 1 saída analógica). Para isto, as chaves enviarão um sinal binário (0 ou 1) à cabeça de expansão (*Expansion Header*) da Placa da Altera – DE2-115. Este sinal binário é enviado às entradas digitais do DAC, por meio da comunicação do DAC à cabeça de expansão da Placa da Altera – DE2-115 através de um cabo flat de 40 vias. Após o DAC processar o sinal binário, ele o converte em um sinal analógico que será enviado para o módulo de potência, controlando o efeito térmico da célula Peltier.

A Figura 3 ilustra o sistema mostrando as conexões entre a Placa da Altera – DE2-115, o DAC, o módulo de potência, a célula Peltier e os instrumentos de medição (multímetros).

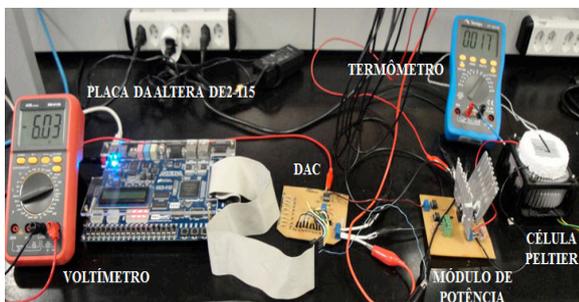


Figura 3 – Sistema de controle para um atuador de temperatura – célula Peltier

Descrição do funcionamento do Projeto

Na Figura 4 verifica-se o circuito esquemático do sistema, sem o FPGA e DAC. Para facilitar o entendimento do seu funcionamento de um modo geral, será explicado o funcionamento individual de cada parte do circuito (quatro partes no todo, conforme ilustrado na Figura 4),

mais uma parte que descreverá o equacionamento termodinâmico envolvido no sistema, realizando-se conexões entre as partes, para que também se entenda o funcionamento das relações entre elas.

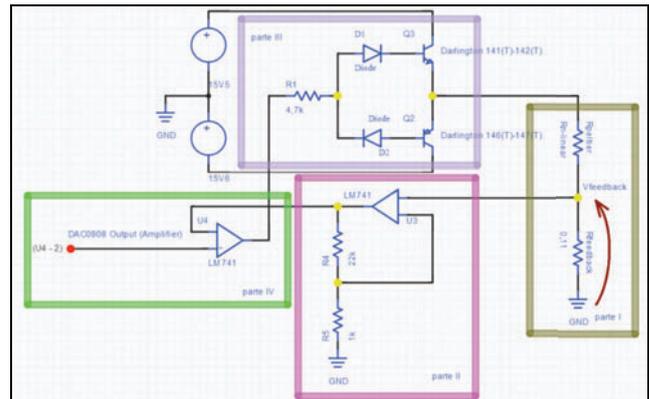


Figura 4 – Circuito esquemático do módulo de potência e da célula Peltier

Parte 1

Utilizou-se um módulo elétrico (célula Peltier) no circuito. Para todos os fins a célula Peltier será utilizada como um resistor não-ôhmico ($R_{Peltier}$). Pela falta de linearidade do $R_{Peltier}$, precisa-se utilizar um resistor ôhmico ($R_{Feedback}$), a fim de se obter uma função de transferência linear, a qual pode-se trabalhar de forma simples. O resistor $R_{Feedback}$ está realimentando os amplificadores operacionais, segundo o diagrama de realimentação de Black, como apresentado na Figura 5 [3].

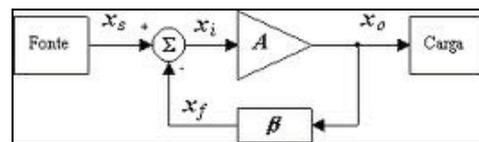


Figura 5 – Diagrama de realimentação de Black

O resistor $R_{Feedback}$ tem um valor baixo de resistência (0,11 ohms), para dissipação baixa de potência. A corrente foi calculada para ter um valor de $\pm 3A$, com o qual, a queda de tensão máxima do resistor será [4] [5]:

$$V_{Feedback\ máximo} = I_{máxima} \times R_{Feedback} = \pm 3 \times 0,11 \rightarrow V_{Feedback\ máximo} = \pm 0,33 V$$

Parte 2

Utilizou-se um amplificador operacional não inversor que possui um ganho (G) de [3][5]:

$$G = (1 + R_2/R_1) = (1 + 22k/1k) \rightarrow G \cong 23$$

Portanto a saída do amplificador operacional será [3][5]:

$$V_{saída\ máximo} = V_{entrada} \times 23 = \pm 0,33 \times 23 \rightarrow V_{saída\ máximo} = \pm 7,59 V$$

Parte 3

Utilizou-se um amplificador, classe AB (sinal de saída quase sem variação), para obter o ganho de potência necessário ao circuito. Uma peculiaridade nesse circuito é o fato de que se utilizaram dois transistores darlington (alto ganho). Devido à configuração dos transistores foi necessário limitar a corrente de entrada e para evitar uma polarização no segundo transistor, utilizou-se um diodo. Desta forma, o fluxo de corrente é limitado de acordo com a polarização do diodo.

Parte 4

De acordo com a teoria de amplificadores operacionais, sabe-se que para um amplificador operacional realimentado, a diferença entre a entrada (+) e (-) do amplificador tende a 0 (terra virtual). Portanto o amplificador regula essa saída de maneira que a tensão vinda do DAC (entrada +) se iguale a realimentação (entrada -). Visto que a tensão máxima do $V_{Feedback}$ alcança 0,33V, o amplificador poderia saturar, não conseguindo igualar o resultado. Desta forma, o amplificador entraria em oscilação em determinadas situações. Por esta razão, foi necessário configurar o ganho do amplificador como descrito na Parte 2. Desta forma, o ganho do amplificador foi diminuído a um ganho compatível com o tipo de controle utilizado. O ganho foi calculado da seguinte forma:

Como o amplificador operacional tenta igualar as tensões das entradas (+/-), e como a faixa do DAC é de $\pm 7,5V$, e a queda máxima do $V_{Feedback} = \pm 0,33V$, precisaria obter um ganho de $7,5/0,33 = 22,73$, aproximadamente 23. Como o ganho de uma configuração não inversora é de $1 + R_2/R_1$, e sabendo-se que o ganho é igual a 23, tem-se que a relação $R_2/R_1 = 22$. Portanto, escolheram-se resistores para atender a este valor de ganho ($G = 23$).

Parte 5

O efeito Peltier, tal como descrito anteriormente, se baseia em uma corrente elétrica que passa por junções de metais diferentes, P e N, resultando no aquecimento de uma superfície e resfriamento da outra superfície.

As equações (2), (3), (4), (5) e (6) descrevem a dinâmica do modelo, conforme apresentadas a seguir:

$$T_x = \frac{P_x}{C_x} - \frac{G_{xy}}{C_x} T_x + \frac{G_{xy}}{C_x} T_y \quad (2)$$

$$T_y = \frac{P_y}{C_y} + \frac{G_{xy}}{C_y} T_x - \frac{G_{xy} + G_{yd}}{C_y} T_y + \frac{G_{yd}}{C_y} T_d \quad (3)$$

$$T_d = \frac{P_d}{C_d} + \frac{G_{yd}}{C_d} T_y - \frac{G_{yd} + G_{da}}{C_d} T_d + \frac{G_{da}}{C_d} T_a \quad (4)$$

Onde:

$$P_x = I_c^2 R_{xy} + K_s T_x I_c \quad (5)$$

$$P_y = I_c^2 R_{xy} - K_s T_y I_c \quad (6)$$

T_x : temperatura na superfície da célula Peltier - lado quente;

T_y : temperatura na superfície da célula Peltier - lado frio;

T_d : temperatura do dissipador - lado quente/lado frio;

T_a : temperatura ambiente;

I_c : corrente que passa pela célula Peltier;

R_{xy} : resistência de Peltier;

K_s : coeficiente Seebeck;

C_x, C_y, C_d : capacitância térmica;

G_{xy} : condutância térmica entre as superfícies da célula Peltier;

G_{yd} : condutância térmica entre a superfície da célula Peltier do lado quente e o dissipador;

G_{da} : condutância térmica entre o dissipador e o ambiente;

P_x : potência térmica na superfície da célula Peltier - lado quente;

P_y : potência térmica na superfície da célula Peltier - lado frio.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pela Figura 3 observa-se a utilização de dois multímetros digitais, um como voltímetro para a medição de tensão da saída analógica do DAC, e outro utilizado como termômetro para a medição de temperatura da célula Peltier. Entretanto, não é estritamente necessária a utilização do multímetro como voltímetro, pois, quatro displays de 7 segmentos, na Placa da Altera DE2-115, foram configurados para mostrar a tensão da saída analógica do DAC, como apresentado na Figura 6.

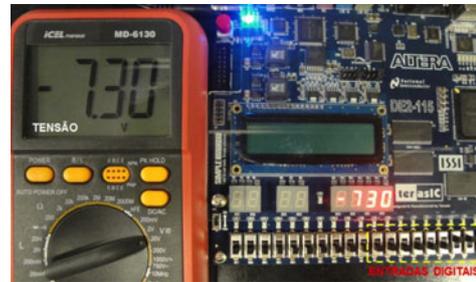


Figura 6 – Controle da tensão da saída analógica do DAC diretamente na placa da Altera DE2-115. Entrada Binária: 00000011

A partir do código de programa implementado em VHDL, e utilizando-se o software Quartus II – versão 9.1, realizou-se sua simulação funcional, obtendo-se formas de onda como resultado conforme apresentado na Figura 7 [6] [7].

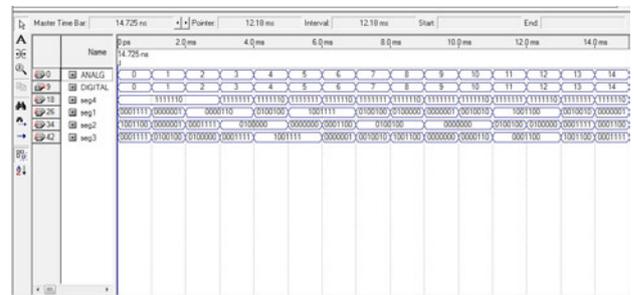


Figura 7 – Resultados (formas de onda) da simulação computacional

As formas de onda da Figura 7 permitem verificar que combinações binárias distintas nas chaves da placa da Altera DE2-115 geram um sinal de saída analógico distinto, mostrado nos displays de 7 segmentos.

Em seguida, utilizando-se o software Quartus II – versão 11.1, carregou-se o código de programa em VHDL na placa da Altera DE2-115, onde se verificou que ao realizar uma combinação de 8 bits com as chaves, era enviado um sinal binário a entrada do DAC, que o

processava e o transformava em um sinal analógico na saída, conforme indicado pelo multímetro e pelos displays de 7 segmentos da Placa da Altera DE2-115, como apresentado na Figura 6.

Realizando-se várias sequências binárias nas chaves da placa da Altera DE2-115, verificou-se que a tensão de alimentação da célula Peltier aumentava ou diminuía, causando um efeito térmico (resfriamento e aquecimento) no ambiente.

Portanto, observou-se que conforme se aumentava a tensão negativa, o valor da temperatura na superfície de um lado da célula Peltier diminuía, enquanto o valor da temperatura na superfície do outro lado aumentava. E, aumentando-se a tensão positiva, verificou-se a inversão do efeito térmico nas superfícies dos dois lados da célula Peltier, como ilustrado na Figura 8.

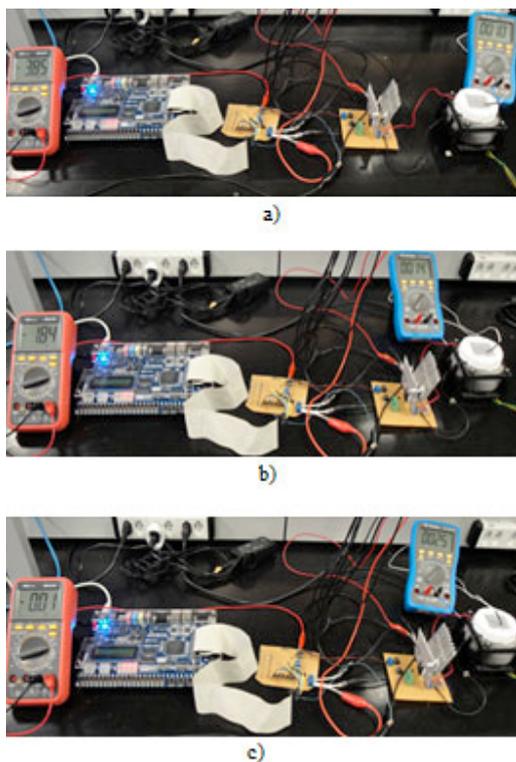


Figura 8 - a), b) e c) - Testes experimentais do sistema de controle para um atuador de temperatura. Diminuindo-se a tensão negativa, aumenta-se a temperatura na superfície de um dos lados da célula Peltier

V. CONCLUSÕES

A partir da execução deste projeto, colocaram-se em prática vários conceitos de áreas distintas do conhecimento, como Sinais e Sistemas, Controle, Termodinâmica, Lógica Programável, entre outras. Além de ter sido extremamente importante a realização de várias pesquisas, para, assim, poder solucionar os problemas que surgiam na implementação.

Inicialmente, realizou-se um levantamento técnico de um sistema para acionar um atuador de temperatura, onde este é composto por um conversor digital-analógico (DAC), um módulo de potência e uma célula Peltier. Assim, a partir deste levantamento, verificou-se que poderia ser utilizada a placa da Altera DE2-115 para controlar o atuador de temperatura. A linguagem VHDL e a placa da Altera DE2-115 mostraram-se apropriados para fazer a implementação prática do controle da célula Peltier de forma rápida.

Traçada esta estratégia de projeto, e utilizando-se o software Quartus II – versão 11.1, implementou-se o código de programa em VHDL. Onde o controle binário foi implementado com as chaves da Placa da Altera DE2-115, realizando-se, desta forma, a combinação binária necessária. Após a o sinal binário ser gerado, ele é enviado à entrada digital do DAC. Desta forma, o DAC processa este sinal binário e o converte em um sinal analógico, onde seu valor é mostrado em quatro displays de 7 segmentos na Placa da Altera DE2-115. Em seguida, o sinal analógico é encaminhado ao módulo de potência, que realiza o acionamento da célula Peltier.

Após a realização das simulações (formas de onda) computacionais, obtiveram-se resultados como esperado.

Em seguida, utilizando-se o software Quartus II – 11.1 carregou-se o código de programa desenvolvido, configurando-se a pinagem do FPGA para acionar o DAC de forma apropriada através da placa da Altera DE2-115.

Os testes realizados permitiram verificar o correto funcionamento do sistema, constatando que ao aumentar a tensão negativa, o valor da temperatura na superfície de um lado da célula Peltier diminuía. Entretanto, aumentando a tensão positiva, o valor da temperatura na superfície do outro lado da célula Peltier aumentava, tal como esperado.

Este trabalho mostrou uma metodologia que pode ser utilizada na área de controle, baseada na linguagem de descrição de hardware VHDL e na placa da Altera DE2-115. O sistema pode ser utilizado em aplicações que necessitem do controle térmico de uma câmara, desde que possua dimensões reduzidas, como por exemplo, um refrigerador e/ou aquecedor móvel, onde o usuário efetuaria o controle térmico de acordo com sua necessidade.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. FRADEN. "Handbook of modern sensor physics, designs, and applications", Springer-Verlag, 2004.
- [2] **Módulo da célula Peltier**. Disponível em: <<http://mecatronica hoje.blogspot.com.br/2011/06/modulo-celula-de-peltier-ou-pastilhas.html>>. Acesso em: 26/01/2014.
- [3] BOGART, Theodore F. Jr. **Dispositivos e Circuitos Eletrônicos**. 3ª ed. São Paulo: Editora Makron Books. 2001.
- [4] BARÚQUI, Fernando Antônio Pinto. **Apostilha de Eletrônica IV**. Departamento de Eletrônica - Escola Politécnica (UFRJ).
- [5] BOYLESTAD, Robert L. NASHLETSKY, Louis. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 8ª ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall. 2004.
- [6] TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neaql S; MOSS, Gregory L.. **Sistema Digitais – Princípios e Aplicações**. 10ª ed., São Paulo, Editora Pearson, 2007.
- [7] D'AMORE, Roberto. **VHDL – Descrição e Síntese de Circuitos Digitais**. LTC Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., 2005.

VII. COPYRIGHT

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