

REVISTA

SODEBRAS

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 8 - Nº 95 - Novembro/ 2013
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

DEMOCRACIA BRASILEIRA EM CRISE - UMA REFLEXÃO – Lillian Castilho Menini	03
ESTUDO TÉCNICO E ECONÔMICO DAS FONTES DE BIOMASSA PARA USO EM COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – Carlos Renato Miziara; David Calhau Jorge	08
OTIMIZAÇÃO DO TESTE DE QUALIDADE FINAL COM BANCO POLIVALENTE – Jurandir Miguel Dos Santos; João Bosco Gonçalves; Álvaro Manoel De Souza Soares	15
PROTOCOLO 21/2011 – UMA RESPOSTA INCONSTITUCIONAL À OMISSÃO DA REFORMA TRIBUTÁRIA – Ubaldo Cesar Balthazar; Luciane Aparecida Filipini Stobe; Gustavo André De Oliveira	20
TIPO DE RAMO E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA ALPORQUIA DA LICHIEIRA – Ana Claudia Costa; José Darlan Ramos	24
SÍMBOLOS E NOMES DE ELEMENTOS QUÍMICOS REPRESENTATIVOS: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE DOMINÓ NO ENSINO DA TABELA PERIÓDICA – Elismar De Jesus Nunes Clossen; Irlei Souza Santos; Janaína Gomes De Siqueira; Júlio César Barros; Adriana Freitas Neves	28
PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO AMBIENTAL: BREVE DISCUSSÃO SOBRE O PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO CANCÃO, SERRA DO NAVIO – Erick Silva Dos Santos; Fábio Xavier Da Silva Araújo; Luciana Uchôa Esteves; Elielson Borges Da Silva; Francisco De Oliveira Cruz Júnior; Camyla Rabelo De Souza	34
UMA ANÁLISE CRÍTICA DA TEORIA DA COMPLEXIDADE NA COMUNIDADE CIENTÍFICA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO – Ricardo Araujo De Souza	41
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E O COOPERATIVISMO SOLIDÁRIO: ESPERANÇA/COOESPERANÇA, RIO GRANDE DO SUL – BRASIL – Suelen De Leal Rodrigues	48

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO CALCINADOS EM COMPOSITOS CIMENTÍCIOS – Sávio M. C. De Araújo; Márcia De S. Nogueira; Mateus J. Da Silva; João T. Da S. Neto; Augusto C. S. Bezerra	54
APLICAÇÃO DA GESTÃO VISUAL NA OTIMIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE UM PROJETO INDUSTRIAL – Natália Henriques De Souza; Valesca Alves Correa	60
DIFERENCIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA QUANTO À TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA – Gustavo André Colombo; Aurélio Vaz-De-Melo; Markus Taubinger; André Silva De Sousa; José Guilherme Carneiro Silva; Elias Gomes Da Silva; Eduardo Alves De Faria	68
ATENDIMENTO ESCOLAR DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UM OLHAR SOBRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO NO BRASIL – Paloma Miranda Gonçalves; Haydéa Maria M. De Sant’anna Reis; Eline Das Flores Victer	73
AS IMPLICAÇÕES DASMART GRID NO CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO – M. O. De A. Mabub; C. H. F. Da Silva; M.A. D. Porto; E. L. B. Silva	80
ANÁLISE DA ATRATIVIDADE ECONÔMICA DE ASSOCIAÇÕES HIDRO-EÓLICAS COMO SUPORTE A DECISÕES ESTRATÉGICAS DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA E NOVOS INVESTIMENTOS – Camargo, L. A. S.; Guarnier, E.; Ramos, D. S.	89
PREVISÃO DO CONSUMO DE MEMÓRIA PARA MELHORIA DA QUALIDADE EM EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO – Tatiana Fernanda Mousquer Dos Santos; Carlos Oberdan Rolim; Adriano Mendonça Souza	98
A IMPORTÂNCIA DA CORRETA PRESCRIÇÃO DA CADEIRA DE RODAS – Adriano Da Silva Louback	103
PERSPECTIVAS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MERCADO BRASILEIRO – Mônica Oliveira De Araújo Mabub; Cláudio Homero Ferreira Da Silva; Marcoaurélio Dumont Porto; Elson Lima Bortolini Da Silva	107
ANÁLISE DO EFEITO DE BORDA NO CAPACITOR DE CILINDROS COAXIAIS ATRAVÉS DO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS NO DOMÍNIO DO TEMPO – William S. Bessa; Eduardo P. Ribeiro; Wilson A. Artuzi Jr.	115

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



DEMOCRACIA BRASILEIRA EM CRISE - UMA REFLEXÃO

LILLIAN CASTILHO MENINI
UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
lcmenini@gmail.com

Resumo - Este artigo abordará os diversos conceitos de democracia, regime de governo que ganha importância a partir do século XX. Discutirá as dificuldades enfrentadas atualmente pelo regime, especialmente a questão da representação política, base da democracia. Analisará, ademais, o Projeto de Lei 4470/12, que sofreu interferência do Supremo Tribunal Federal no decorrer de seu processo de tramitação perante o Congresso Nacional Brasileiro.

Palavras-chave: Democracia. Tipos e Elementos da Democracia. Representação Política.

I. INTRODUÇÃO

Uma das dificuldades de conceituar a democracia em um artigo científico e a partir daí descrever seus tipos e elementos caracterizadores, pode residir no fato de não existir um único autor de referência a descrever o fenômeno democrático.¹ Ademais, a democracia pode estar presente em diversos cenários e ser percebida em diferentes situações no mundo dito civilizado.

Diferente de outros institutos jurídicos cuja definição terminológica por si só auxilia a descrever o seu significado e característica, a simples tradução do termo de origem grega – democracia – não é suficiente e mais pode gerar uma análise restrita e míope deste instituto.

A dificuldade de conceituação do termo nos parece evidente quando Giovanni SARTORI, em obra destinada a discutir a teoria da democracia, não se satisfaz em dissecar o que é democracia e dedica um capítulo da obra para dizer o que não é democracia². Robert DAHL em empreitada semelhante descreve as vantagens do regime democrático³, demonstrando que não basta a simples definição do termo para abarcar todas as benesses da democracia.

Manoel Gonçalves FERREIRA FILHO afirma que “qualquer estudo político, nesta segunda metade do século XX, tem de partir de uma verdade paradoxal: a Democracia está em toda parte, a Democracia não existe em parte alguma.”⁴

Em que pese as diversas definições conceituais e contornos da democracia, certo é que conforme magistério de Monica Herman Salem CAGGIANO “o ideal democrático acabou se institucionalizando sob a fórmula

representativa, uma fatalidade indeclinável dos tempos modernos”⁵.

Neste sentido, ao estudar uma suposta crise da democracia contemporânea, questiona-se, em verdade, a crise da representação política, base da fórmula democrática.

A crise da representação política reflete-se na escolha dos representantes do povo, pelo povo. Em consequência, o governo para o povo sofre interferência de vontades individuais⁶, que podem começar a utilizar o poder que lhes foi concedido em proveito próprio, ameaçando o equilíbrio dos três poderes da república.

Apesar da concepção de estarmos diante de uma “era da democracia confusa”⁷, passaremos a descrever brevemente o sentido do termo no decorrer do tempo, desde a democracia direta dos gregos até a ideia de democracia deliberativa de Jurgen HABERMAS, visto que as definições profundas de Democracia mereceriam uma dissertação sobre o tema.

II. DEMOCRACIA. FORMAS DEMOCRÁTICAS

Heródoto foi o primeiro a classificar as formas de governo. Em sua obra *Histórias*, relata um diálogo entre três nobres persas sobre qual seria a melhor forma de governo após a morte de seu imperador. Nesse debate surgem os méritos e deméritos da Democracia (governo da maioria), Aristocracia (governo dos nobres) e Monarquia (governo de um só soberano).

Aristóteles evolui esta conceituação numérica incluindo a finalidade do governo. O governo de um só cujo interesse é coletivo denomina-se monarquia; quando o interesse é individual, temos a tirania. No governo de poucos o interesse coletivo gera a aristocracia; o interesse próprio gera a oligarquia. Por fim, o governo da maioria que atende o interesse coletivo denomina-se *politéia*; ao passo que o governo da maioria que se preocupa com o interesse próprio denomina-se democracia. Vejamos, portanto, que Aristóteles em sua clássica obra *Política* entende que a democracia é um desvirtuamento da *politéia*, essa sim uma forma de governo que realmente beneficia a maioria.

Sem dúvida, foi em Atenas que se experimentou pela primeira vez a democracia. A democracia ateniense era

¹ SARTORI, Giovanni. *A Teoria da Democracia Revisitada*, São Paulo, Ed. Ática, 1994, p. 18.

² SARTORI, Giovanni. Ob. cit., p. 246.

³ DAHL, Robert A.: tradução SIDOU, Beatriz. *Sobre a Democracia*, Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 2001, p. 73.

⁴ FERREIRAFILHO, Manoel Gonçalves. *A Democracia Possível*, São Paulo, 2ª ed., Saraiva, 1974

Volume 8 – n. 95 – Novembro/2013

⁵ CAGGIANO, Monica Herman Salem. *Oposição na Política*, São Paulo, Ed. Angelotti, 1995.

⁶ O governo das leis deve seguir a ideia de “vontade geral” de Jean-Jacques Rousseau descrita no célebre *O contrato social: princípio de direito político*, Edições e Publicações Brasil, 1963, caracterizada como a somatória de todas as vontades individuais, captadas na fonte original do poder.

⁷ SARTORI, Giovanni. Ob. cit., p. 17.

direta. O poder supremo era atribuído a todos os cidadãos. Ocorre que a Atenas antiga possuía uma população de mais ou menos 300 mil habitantes, dentre os quais apenas 35 mil eram considerados cidadãos⁸, ou seja, um pouco mais de 10% da população ateniense. Ademais, as assembleias dos cidadãos (*Eclésia*), forma de democracia direta, eram episódicas. Era a *Boulé* que governava e tomava as decisões cotidianas da Cidade-Estado. Eram os cidadãos que sorteavam aqueles outros cidadãos que exerceriam as magistraturas temporárias e os tribunais, o que hoje chamaríamos de executivo e judiciário.⁹

Na idade média não existiram experiências democráticas. O sistema feudal e a monarquia perpassaram os quase mil anos de idade média europeia. No final da idade média, deparamo-nos com Nicolau MAQUIAVEL, que em sua obra clássica *O Príncipe* “impactado pelo neoabsolutismo pós-feudal, apresentou uma classificação pautada na vitalidade do poder, elencando, de um lado, as monarquias e, de outro, a república, envolvendo nesta categoria tanto a aristocracia como também a democracia.”¹⁰ O pensador florentino entendia que o povo somente estaria preparado para a “república” após uma passagem pelo “principado”, ou seja, para organizar a desordem que vivia a Itália na época seria necessário primeiro um homem virtuoso (um príncipe) para regenerar o Estado e, então, estar-se-ia preparado para a república, liberdade do povo.

Já a questão majoritária, princípio da maioria, é notada na obra de John LOCKE, onde “estabelecido o estado civil, o passo seguinte é a escolha pela comunidade de uma determinada forma de governo. Na escolha do governo, a unanimidade do contrato social cede lugar ao princípio da maioria (...).”¹¹

Nessa época de movimento iluminista, a democracia volta a ser analisada, sem ser considerada, no entanto, um modelo importante. Ensina FERREIRA FILHO:

“Por força da identificação estabelecida entre a Democracia e o modelo institucional ateniense, foi ela, por muitos séculos, considerada pelos pensadores políticos como própria apenas para Estados de exíguo território e pequeníssima população. Somente nestes, com efeito, era possível reunir em assembleia todos os cidadãos para que estes, após debate livre, tomassem as decisões políticas, votando, inclusive, a lei. Por isso, conquanto admirado, o modelo foi posto no rol das curiosidades até as revoluções liberais do último quartel do século XVIII.”¹²

Montesquieu, que viveu na época do absolutismo francês, além de sua conhecida contribuição acerca da “separação dos poderes” e discussão sobre o princípio da democracia (virtude), também adotou uma concepção científica de lei, desvinculando-a do conceito divino¹³,

contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento do conceito democrático, cuja base do poder emana do povo.

Entretanto, o exercício da soberania pelo povo como forma de sua libertação é mais diretamente exposta no pensamento de Jean-Jacques ROUSSEAU. No entanto, o filósofo não admite que se represente o povo, seu ideal de democracia é a direta.

“A soberania não pode ser representada, pela mesma razão que não pode ser alienada; ela consiste essencialmente na vontade geral e a vontade não se representa: ela é a mesma, ou ela é outra; não há meio termo.”¹⁴

ROUSSEAU tinha, no entanto, consciência que a democracia direta somente seria possível em espaços geográficos diminutos, pequenas repúblicas. Na Inglaterra, pós Revolução Gloriosa esboça-se uma participação do ‘povo’ na elaboração das leis, através da Câmara dos Comuns. Na Revolução Francesa, a ideia de liberdade e igualdade juntamente com o desenvolvimento de doutrinas acerca da soberania da nação e poder constituinte moldam a democracia representativa.

A democracia indireta ou representativa era oligárquica, fundada pela burguesia. Durante muito tempo participava da vida política quem tinha determinado poder econômico. O voto na origem era censitário, pois a ideia de que as classes menos favorecidas eram incapazes de discutir a vida política persistia.

Outro fato histórico contribui para a alteração desse cenário. A Revolução Industrial fez surgir a classe operária e o tempo se encarregou de demonstrar a força do povo. John Stuart MILL viveu o apogeu da revolução. Como um dos defensores da doutrina utilitarista, desenvolveu uma nova fórmula democrática na qual os representantes do poder soberano seriam eleitos mediante o voto de todos, incluindo a massa operária. O pensador inglês defendia o sufrágio universal como forma de aperfeiçoamento da democracia.

“É natural que os que são assim degradados não sejam tratados com a mesma justiça que os que dispõem de uma voz. Os governantes e as classes governantes têm a necessidade de levar em consideração os interesses e os desejos dos que exercem o direito de voto; mas os interesses e os desejos dos que não o exercem está a seu critério atendê-los ou não, e, por mais honestamente intencionados que sejam geralmente estão ocupados demais com o que devem levar em consideração para terem tempo para se preocupar com o que podem negligenciar impunemente.”¹⁵

O aperfeiçoamento da democracia representativa foi gerando espaço para o crescimento da democracia pelos partidos políticos. “Este começa a apontar no entre-guerras, por influência de juristas como Kelsen (...).”¹⁶ Os partidos ascenderam ao status constitucional após a Segunda Guerra Mundial. “Significa isso o seu reconhecimento como elemento necessário do processo político.”¹⁷ Citando DUVERGER, o professor FERREIRA FILHO aponta que os partidos políticos “(...) servem para estruturar a democracia sem que outra coisa os possa substituir nesse

⁸Oliver, Martyn. *Historia Ilustrada da Filosofia*, Barueri, Ed. Manole, p.11.

⁹FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves. *Sete Vezes Democracia*, São Paulo, Ed. Convívio, 1977, p. 44.

¹⁰CAGGIANO, Monica Herman Salem. Ob.cit., p.29.

¹¹MELLO, Almeida Itaussu Leonel. *John Locke e o individualismo liberal*. In WEFFORT C. Francisco (org.). *Os clássicos da política*, v.1, 14.ed, São Paulo: Ed. Ática, 2011, p. 87.

¹²FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves. Ob.cit.

¹³ Montesquieu em sua obra clássica *O Espírito das Leis* abre o capítulo afirmando: “As leis, em seu significado mais amplo, são as relações necessárias que derivam da natureza das coisas; neste sentido, todos os seres possuem suas leis; a divindade tem suas leis, o mundo material tem suas leis, as inteligências superiores ao homem têm suas leis, os animais têm suas leis, o homem tem suas leis.” Conforme tradução de OLIVEIRA, Lólio Lourenço. *De l'esprit des lois*. Paris, Éditions GarnierFrères, 1973.

¹⁴Em FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves. Ob. cit, p. 45.

¹⁵MILL, Jonh Stuart. *Considerações sobre o governo representativo*. Brasília: UNB, 1981. p. 89.

¹⁶FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves. Ob. cit, p. 47.

¹⁷FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves. *Democracia, partidos e sistema eleitoral*. In CAGGIANO, Monica Herman Salem (coord.). *Direito eleitoral em debate. Estudos em homenagem a Cláudio Lembo*. São Paulo: Saraiva, 2013. p. 383.

papel; mas, por outro, contêm em si mesmos um certo número de venenos capazes de reduzi-la a nada, ou, ao menos, de deformá-la.”¹⁸

Outra fórmula democrática é a democracia participativa. No direito pátrio, este tipo foi consagrado logo no parágrafo único do artigo 1º da Constituição Federal. Também denominada democracia semidireta, ela indica a participação direta do povo em determinados assuntos. No Brasil, este tipo de participação direta se dá mediante o referendo, plebiscito e iniciativa popular¹⁹, por exemplo.

Não poderíamos deixar de mencionar a teoria de Robert DAHL, autor essencial para o estudo da democracia. Para DAHL a democracia é um ideal, que jamais fora atingido. A democracia deve ser capaz de responder as preferências de seus cidadãos, que são politicamente iguais. Em sua construção teórica o ilustre autor evoluiu para a *poliarquia*, que seria um arranjo institucional, possuindo certo grau democrático e dotado de caráter inclusivo e totalmente aberto à oposição e contestação política.²⁰ Entende que para essa fórmula acontecer efetivamente são necessários três pressupostos e oito garantias básicas.

Os pressupostos seriam: os cidadãos devem ter capacidade de formular suas preferências, expressá-las a seus concidadãos e aos governos, e que elas possam ter igualmente consideradas na conduta do governo. As garantias básicas a serem proporcionadas pelo governo seriam: liberdade de formar e aderir a organizações, liberdade de expressão, direito ao voto, elegibilidade para cargos públicos, direito de líderes políticos disputarem apoio e votos, fontes alternativas de informação, eleições livres e idôneas e instituições para fazer com que as políticas governamentais dependam de eleições.

Já no último decênio do século XX, Jürgen HABERMAS se preocupa com a questão de institucionalizar a participação dos indivíduos no governo. Discute a forma da opinião e da vontade permearem as entranhas do Estado. “O pensamento político habermasiano dirige-se a uma teoria da democracia, agora pensada em termos institucionais. (...) Habermas elabora uma teoria da democracia procedimental e deliberativa, a partir de modelos de ‘eclusas’”²¹

Além das fórmulas políticas de democracia acima mencionadas, SARTORI informa que “hoje em dia, (...), também falamos de democracia num sentido apolítico ou subpolítico, como ao falarmos de democracia social, democracia industrial e democracia econômica.”²²

Decidimos encerrar esta primeira parte do artigo não com uma definição de democracia, mas com o entendimento de SARTORI que resume muito bem a problemática da definição de democracia, no sentido de que é antes de tudo uma ideia, um sentimento que deve ser muito bem compreendido, evitando-se, portanto, a deturpação da ideia e sua substituição por outra, mais perigosa.

“Em última instância, nosso comportamento político

depende de nossa ideia do que a democracia é, pode ser e deve ser. Quando declaramos que um sistema político é mais democrático ou menos democrático do que outro, nossa avaliação depende do que pensamos ser uma verdadeira democracia. (...) Minha afirmação básica é, então, que se a democracia for incorretamente definida (por seus definidores), todos corremos a longo prazo o perigo de recusar algo que não identificamos direito e obter em seu lugar algo que não desejaríamos de forma alguma.”²³

III. ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA DEMOCRACIA

Seja qual for o modelo utilizado, certo é o consenso doutrinário acerca dos pilares da democracia: a liberdade e a igualdade. A liberdade é o valor inicial e primordial da democracia; é o princípio de organização do regime democrático. A igualdade é o respeito pelo indivíduo, pelas minorias, pela oposição.

Sob a base da liberdade e igualdade, desenvolvem-se os elementos caracterizadores de um sistema político democrático: livre formação do pensamento; livre concorrência em todos os ramos; respeito ao direito de associação; competição sempre presente (a democracia é essencialmente beligerante); equilíbrio entre os poderes; pluralismo político; garantia de alternância; sufrágio universal e eleições livres.

DAHL ao descrever os elementos necessários para a “democracia em grande escala” que vivemos, fixa as instituições indispensáveis para sua realização: (i) funcionários eleitos; (ii) eleições livres, justas e frequentes; (iii) liberdade de expressão; (iv) fontes de informação diversificadas; (v) autonomia para as associações; (vi) cidadania inclusiva. Registra o autor que antes de serem instituições de um estado democrático, estes elementos passam por uma evolução: ao sair de um governo não-democrático os elementos são arranjos políticos, que com o tempo se transformam em práticas, algo mais habitual; para então tornarem-se verdadeiras instituições.²⁴

LIJPHART em sua obra, “Modelos de Democracia”, considera o lapso temporal extremamente importante, escolhendo “um mínimo de anos de experiência democrática” para a análise do desempenho democrático dos 36 países que analisa no capítulo 4 da referida obra.

FERREIRA FILHO registra “as virtudes necessárias à vida democrática”:

“O reconhecimento de que todos devem participar do poder. O reconhecimento de que, sendo todos os homens racionais, a razão de cada um pode trazer uma contribuição para a obra comum, o que importa em ouvir, compreender e ponderar. O reconhecimento de que todos têm o direito de saber por que se fazem certas coisas, como o de discordar do que se faz. Tolerância, transigência, respeito à oposição, diálogo, participação, todas essas virtudes defluem do respeito ao próximo.”²⁵

¹⁸FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves. Ob. cit. p. 384-385.

¹⁹Institutos regulados pela Lei 9.709/98.

²⁰DAHL, Robert A. *Poliarquia*. São Paulo: Edusp, 1997.

²¹LUBENOW, Jorge Adriano. *Esfera pública e democracia deliberativa em Habermas: modelo teórico e discursos críticos*. Belo Horizonte: Kriterion, v. 51, n. 121, Junho 2010. P.231.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100512X20100001000012&lng=en&nrm=iso. Acessado em 10 maio 2013.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-512X20100001000012>.

²²SARTORI, Giovanni. *A teoria da democracia revisitada*. São Paulo: Ática, 1994. p. 24-25.

²³SARTORI, Giovanni. Ob.cit.

²⁴DAHL, Robert A.: tradução SIDOU, Beatriz. *Sobre a Democracia*, Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 2001, p. 98.

²⁵FERREIRA FILHO, Manoel Gonçalves, Ob. Cit.

IV. CRISE DA REPRESENTATIVIDADE

Por tudo que analisamos até aqui, a democracia política moderna se movimenta através das eleições. A regra da maioria define os representantes desta maioria vencedora; mas as decisões políticas são tomadas, via de regra, por uma minoria, os eleitos.²⁶

Não existe no Brasil eleição sem partido político. O artigo 14, parágrafo 3º, inciso V da Constituição Brasileira determina como condição de elegibilidade, dentre outras, a filiação partidária. A Constituição Federal ainda permite que os próprios partidos organizem sua forma de estrutura interna, organização e funcionamento e para adotar os critérios de escolha e o regime de suas coligações eleitorais, sem obrigatoriedade de vinculação entre as candidaturas em âmbito nacional, estadual, distrital ou municipal, devendo seus estatutos estabelecer normas de disciplina e fidelidade partidária.

Fica, assim, nas mãos dos próprios partidos a escolha dos representantes que concorrerão nas eleições. Ou seja, o povo irá escolher entre os já escolhidos. Neste sistema, parece natural que grupos de interesses convergentes ganhem força dentro de um mesmo partido e, então, formem-se as cúpulas dos partidos ou os grupos de controle, como denomina SARTORI.²⁷ Uma vez vencedores nas urnas, os grupos de controle passam a se denominarem governantes.

As revoluções liberais do século XVIII não tinham simpatia pelos partidos políticos, diríamos que possuíam até certa repulsa. Os partidos se firmaram efetivamente a partir da metade do século XX. Mesmo sendo acusados de corrupção, autofavorecimento, impunidades, deslocamento da vontade geral etc., os partidos são essenciais à democracia.

No âmbito pátrio, o sistema partidário se desenvolveu de forma irregular e descontínua, devido ao fluxo inconstante da vida e das instituições políticas nacionais. Numa visão geral, podemos mencionar as seguintes normas que influenciaram neste processo: Ato Institucional nº 02 de 1965 que extinguiu os partidos políticos então organizados; o Ato Complementar nº 04 de 1965 que instituiu na prática o bipartidarismo (ARENA e MDB); a Lei 6.767 de 1979 que alterou o artigo 14 da Lei 5.682 de 1971 (Lei Orgânica dos Partidos Políticos) e passou a determinar novas exigências para organização dos partidos políticos. Mesmo com o fim do bipartidarismo, as pesadas exigências da Lei Orgânica dos Partidos Políticos para organização de um partido, gerou um multipartidarismo limitado.

As duas legendas então extintas deram lugar a 6 legendas: PMDB (MDB); PDS (ARENA); PDT (Leonel Brizola); PTB (Ivete Vargas); PT (Lula); PP (Tancredo Neves que seria incorporado pelo PMDB). Com a Emenda Constitucional nº 25 de 1985 deu-se a “abertura democrática”. Desde o fim do bipartidarismo até hoje foram criadas 91 legendas, das quais 30 estão ativas. No entanto, apenas 10 delas possuem 87% das cadeiras na Câmara Federal²⁸.

A Constituição de 1988 consolidou a participação dos partidos no processo político do país, atribuindo, como

dissemos anteriormente, à filiação partidária o *status* de condição de elegibilidade.

No Brasil temos o sistema majoritário de eleição dos cargos do Executivo e Senadores da República e o sistema proporcional para os demais cargos do Legislativo.²⁹ No majoritário votamos em nomes (pessoas) e aquele que obtém maior número está eleito. No sistema proporcional se estabelece uma equivalência entre o percentual de votos obtido na eleição por um partido com o número de cadeiras que este obtém na Câmara Legislativa em questão. Neste caso, o programa e o ideal do partido são fundamentais, pois o eleitor vota em um candidato, mas poderá ao final estar elegendo outro do mesmo partido.

Cada sistema eleitoral tem a sua virtude e o seu defeito, mas o sistema eleitoral sozinho não garante uma legítima representatividade do povo. O povo elege seus representantes, mas não existe uma forma de exigir o cumprimento exato do programa de governo prometido nas eleições. Uma vez eleitos o governante tem a possibilidade de agir de acordo com seus próprios interesses. É certo que hoje já contamos com instrumentos de controle de contas dos governantes, como a Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 104 de 2000), mas eles não exigem o cumprimento dos programas de governo.

Somando-se ao fato do povo brasileiro possuir uma característica latente, o individualismo, desenha-se um cenário favorável para a formação de oligarquias.

No caso brasileiro, diríamos, portanto, que não é nossa democracia em si que esteja em crise. Mas uma parte importante de nosso sistema democrático: o controle e acompanhamento dos governantes pós-eleição. Isto porque todo o processo eleitoral em si funciona muito bem, ou seja, é imparcial e a escolha do cidadão é livre.

O controle e acompanhamento dos governantes eleitos dependem de uma participação ativa do cidadão. Mas, para tanto, precisamos desenvolver a formação política do povo e preparar o candidato para se preocupar com o futuro da nação e não apenas na manutenção do seu poder.

V. O PROJETO DE LEI 4.470/12

Por tudo que foi dito neste artigo, podemos concluir que faz parte da democracia o conflito, o ambiente democrático é essencialmente beligerante. Graças a esta característica, os instrumentos de controles constitucionais são essenciais para evitar um descompasso na “separação dos poderes”.

Em abril de 2013, o cidadão brasileiro atento à vida política do país assistiu um evento que gerou grande turbulência nos meios de comunicação. No dia 24 de abril de 2004, o Ministro do Supremo Tribunal Federal, Gilmar Mendes, em decisão monocrática, concedeu liminar em mandado de segurança preventivo (“MS 32.033 – DF”) contra o Projeto de Lei nº 4.470/2012 da Câmara dos Deputados (“PL 4.470”) para obstar sua tramitação junto ao Senado Federal.

Em síntese, o PL 4.470 tem por objetivo alterar os artigos das Leis nºs 9.096, de 19 de setembro de 1995 e 9.504, de 30 de setembro de 1997, no sentido de que a migração partidária que ocorrer durante a legislatura, não

²⁶ Conforme Gionavvi SARTORI, em ob. cit., p. 189-195 ao tratar de eleição, seleção e má-seleção.

²⁷ SARTORI, Gionavvi Ob. cit. p. 196.

²⁸ <http://www.tse.jus.br/partidos/partidos-politicos> acessado em 12 maio 2013.

²⁹ A Constituição Federal silenciou quanto ao sistema de eleição dos Vereadores, podendo norma infraconstitucional estabelecer outro sistema.

importará na transferência dos recursos do fundo partidário e do horário de propaganda eleitoral no rádio e na televisão. Benefícios esses que sustentam grande parte dos partidos políticos no país.

Na petição inicial do MS 32.033 – DF foi requerido, portanto, o deferimento da medida liminar para:

“que seja sustada a tramitação do PL 4.470/2012, preservando-se o direito líquido e certo do impetrante em não ter que aturar, como verdadeiro co-partícipe, na discussão e votação de proposição evidentemente casuística, abusiva, utilizada com o claro e desvirtuado propósito de discriminar e perseguir grupos políticos minoritários perfeitamente individualizáveis, e plurimamente inconstitucional, consoante já o disse o Supremo Tribunal Federal, há poucos meses atrás, nos autos da ADI 4.430.”

E, no mérito, pediu a concessão,

“em definitivo, da ordem mandamental, confirmando-se a liminar anteriormente deferida, para que referido projeto de lei seja definitivamente arquivado, considerando-se que sua mera tramitação, casuística e abusiva, além de se qualificar como causa de sensível perturbação institucional, ofende de morte os postulados básicos, centrais e fundantes da ordem constitucional, tais como o pluripartidarismo, a igualdade entre agremiações partidárias, o direito à livre criação de partidos, elementos sem os quais resta substancialmente comprometida a própria sobrevivência de nosso sistema democrático.”³⁰

Esse episódio serve para exemplificarmos a confusão de papéis vivida no cenário da vida política brasileira. Como dissemos anteriormente, a democracia é conflituosa por natureza, e é a Constituição que deve trazer resposta para os conflitos que se desenrolem. Se uma lei aprovada pelo Poder Legislativo for considerada inconstitucional, o Poder Judiciário, neste caso representado pelo Supremo Tribunal Federal, irá analisar sua adequação ou não ao sistema jurídico nacional e, então, se for o caso, declará-la inconstitucional ou não.

Consideramos, portanto, inadequado e impróprio julgar antecipadamente um projeto de lei por ser ele, no mérito, pretensamente contrário à ordem constitucional. O Poder Legislativo deve resolver o embate da discussão democrática da feitura das leis no Congresso Nacional e não se socorrer de outro Poder da República para conseguir obstar o andamento de um projeto de lei em decorrência de sua incapacidade de representação na casa legislativa.

VI. CONCLUSÃO

O presente artigo pretendeu abranger alguns conceitos a respeito da democracia, demonstrando que a democracia não se resume em um regime de governo, pode significar um princípio a ser aplicado em diversos setores da vida contemporânea.

Portanto, não é adequado afirmar que a democracia brasileira esteja em crise. Para nós, a crise reside na representatividade. Alguns representantes do povo buscam fora do Poder Legislativo, solução para sua baixa condição de argumentação e apoio no Congresso Nacional, contribuindo para a supervalorização do Poder Judiciário, o que também não é desejável em nossa opinião.

Ademais, a falta de controle e acompanhamento dos governantes pós-eleição contribui para a manutenção de políticos pouco interessados na opinião do cidadão no decorrer do mandato do governante.

Ainda, discutimos a necessidade da participação ativa do cidadão. No caso brasileiro, será necessário desenvolver a formação política do povo e preparar os candidatos para se preocuparem com o futuro da nação e não apenas na manutenção do seu poder, o que por si só seria incoerente em uma democracia que prima pela alternância de governo.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAGGIANO, Monica Herman Salem. *Oposição na Política*, São Paulo, Ed. Angelotti, 1995.
- DAHL, Robert A.: tradução SIDOU, Beatriz. *Sobre a Democracia*, Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 2001.
- _____. *Poliarquia*. São Paulo: Edusp, 1997.
- FERREIRAFILHO, Manoel Gonçalves. *A Democracia Possível*, São Paulo, 2ª ed., Saraiva, 1974.
- _____. Democracia, partidos e sistema eleitoral. In CAGGIANO, Monica Herman Salem (coord.). *Direito eleitoral em debate. Estudos em homenagem a Cláudio Lembo*. São Paulo: Saraiva, 2013.
- _____. *Sete Vezes Democracia*, São Paulo, Ed. Convívio, 1977.
- LUBENOW, Jorge Adriano. *Esfera pública e democracia deliberativa em Habermas: modelo teórico e discursos críticos*. Belo Horizonte:Kriterion, v. 51, n. 121, Junho 2010. P.231. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100512X2010000100012&lng=en&nrm=iso. Acessado em 10 maio 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-512X2010000100012>.
- MELLO, Almeida Itaussu Leonel. John Locke e o individualismo liberal. In WEFFORT C. Francisco (org.). *Os clássicos da política*, v.1, 14.ed, São Paulo: Ed. Ática, 2011.
- MONTESQUIEU. OLIVEIRA, Lólio Lourenço (trad.). *De l'esprit des lois*. Paris, ÉditionswGarnierFrères, 1973.
- MILL, Jonh Stuart. *Considerações sobre o governo representativo*. Brasília: UNB, 1981.
- Oliver, Martyn. *Historia Ilustrada da Filosofia*, Barueri, Ed. Manole, 1998.
- SARTORI, Giovanni. *A Teoria da Democracia Revisitada*, São Paulo, Ed. Ática, 1994.

VIII. COPYRIGHT

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

³⁰In:

http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/noticiaNoticiaStf/anexo/MS_32033.pdf, p. 3. Acesso em 09.05.13



ESTUDO TÉCNICO E ECONÔMICO DAS FONTES DE BIOMASSA PARA USO EM COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

CARLOS RENATO MIZIARA¹; DAVID CALHAU JORGE¹
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
crmiziara@hotmail.com;david@eletrica.uftm.edu.br

Resumo - Atualmente em nosso país o uso de biomassa para produção de energia elétrica através da cogeração, vem ganhando espaço uma vez que se tornou uma fonte de energia alternativa abundante e de baixo potencial poluidor. Neste trabalho, é feita uma avaliação técnica dos diversos tipos de biomassa disponíveis e a partir destas, as opções mais vantajosas de acordo com os critérios adotados, será realizado um estudo de avaliação econômica que estima o tempo de retorno financeiro que a instalação de uma central termelétrica traz.

Palavras-chave: Biomassa. Energia Elétrica e Calor-Cogeração. Avaliação Tecnológica. Biomassa-Aspectos Econômicos.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, cerca de 5% de toda a energia produzida no planeta é de fonte renovável e estima-se que em 2060, quando a população do planeta deverá ser de 12 bilhões de pessoas, 70% de toda a energia produzida será renovável. Em geral, salvo algumas exceções, elas são energias “limpas”, isto é, que não produzem poluição e nem se esgotam e, pelo contrário, reciclam resíduos de alto poder energético (MOURA E SELVAM, 2009).

A geração de energia elétrica a partir do uso de matérias-primas renováveis, dentre elas a biomassa, vem despertando grande interesse devido não somente às crescentes exigências relacionadas à preservação do meio ambiente, como também pelos seus custos que tem se tornado cada vez mais competitivos (SOUZA E SANTOS, 2003).

Nas últimas décadas, a busca de alternativas para o uso de combustíveis fósseis está aumentando em todo o planeta. Altos preços internacionais do petróleo e seus derivados e preocupações com o ambiente motivam este processo. Além disso, existe uma grande expectativa sobre o possível benefício econômico do desenvolvimento limpo. Projetos de mecanismos provenientes do uso de fontes renováveis do setor agrícola, como o bioetanol a partir de cana de açúcar (BODDEY *et al.*, 2008) e da madeira de eucalipto para a substituição do carvão (KRAXNER *et al.*, 2003).

Na Amazônia, em particular no Estado do Pará, há produção considerável de resíduos florestais e grande disponibilidade de recursos naturais com possibilidade de aproveitamento energético (caroço de açaí, casca de castanha-do-pará e palmeiras diversas), como combustível em usinas térmicas a vapor (PINHEIRO *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho é fazer um levantamento das principais fontes de biomassa geradas no país e determinar quais fontes possuem os melhores indicadores técnicos e econômicos para uso em uma planta de cogeração de energia elétrica, podendo desta forma, nortear tanto

pequenos produtores de resíduos de biomassa cogeração de energia para uso próprio como os investidores da área energética.

Neste sistema, a biomassa é queimada diretamente em caldeiras e a energia térmica resultante é utilizada na produção do vapor. Este é alimentado nas turbinas de acionamento mecânico do processo e nas turbinas para geração de energia elétrica. Ao sair das turbinas, após a realização do trabalho, o vapor é encaminhado para atender às necessidades térmicas do processo produtivo, conforme apresentado na figura 4 (DANTAS FILHO, 2009).

A geração de energia elétrica a partir do uso de matérias-primas renováveis, dentre elas a biomassa, vem despertando grande interesse devido não somente às crescentes exigências.

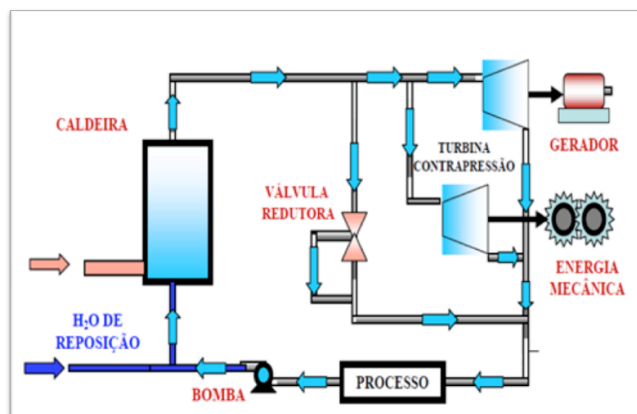


Figura 1 - Esquema produção de vapor e geração de energia

II. METODOLOGIA

Para este trabalho, foram submetidas aos critérios técnicos as seguintes biomassas:

- Bagaço de Cana
- Resíduos de Madeira
- Briquetes comerciais (resíduos de madeira, casca de arroz e bagaço de cana)
- Lixo Urbano

Inicialmente, de acordo com a tabela 1, cada biomassa será ranqueada com notas que variam de 1 a 5 dependendo do critério estabelecido para este estudo.

Tabela 1 – Índices de notas

ÍNDICE 1	ÍNDICE 2
1 - muito baixo	5 - muito baixo
2 - baixo	4 - baixo
3 - médio	3 - médio
4 - alto	2 - alto
5 - muito alto	1 - muito alto

Fonte: Do autor.

Critérios estabelecidos com Índice 1:**PCI**

PCI (Poder Calorífico Inferior) em kcal/kg;
Alto valor de PCI, maior nota.

Densidade

Densidade em kg/m³;
Alta densidade, maior nota.

Disponibilidade

Disponibilidade da biomassa;
Maior disponibilidade na área, maior nota.

Critérios estabelecidos com Índice 2:**Custo**

Custo em R\$/Ton;
Menor custo, maior nota.

Umidade

Umidade média em porcentagem;
Menor umidade, maior nota.

Necessidade de pré-processamento

Necessidade de pré-processamento da biomassa para a queima na caldeira;
Sem pré-processamento, maior nota.

Armazenagem

Se a biomassa considerada requer armazenamento para queima;
Não necessita, maior nota.

Sazonalidade

Tabela 2 - Ranking de notas.

Critérios	Nota				
	1	2	3	4	5
	ÍNDICE 1				
PCI (kcal/kg)	0 - 1.000	1.000 - 2.000	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	Acima de 4.000
Densidade (kg/m³)	1 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	Acima de 400
Disponibilidade	Muito baixa		Média		Muito alta
	ÍNDICE 2				
Custo R\$/Ton	Acima de 200,00	150,00 - 200,00	100,00 - 150,00	50,00 - 100,00	1,00 - 50,00
Umidade média (%)	Acima de 40	30 - 40	20 - 30	10 - 20	0 - 10
Necessidade de pré-processamento	Sim				Não
Armazenagem	Muito alta		Média		Muito baixa
Sazonalidade	Sim				Não

Utilizando a tabela 3 (Fatores de Conversão de Energia), é possível obter a quantidade de energia elétrica possível de se obter a partir da energia calorífica obtida.

Sazonalidade da biomassa; Não há sazonalidade, maior nota

As faixas de variação de cada parâmetro bem como os dados técnicos de cada biomassa mostradas na tabela 2, foram obtidas através de dissertações de mestrado e teses de doutorado e sites na internet além de trabalhos publicados tais como artigos e revistas.

Determinação do potencial energético do resíduo de madeira

O modelo de equação usado neste trabalho, bem como no software de simulação foi proposto por Brito *et al.* (1979), onde conhecendo-se a densidade básica, a umidade e a quantidade (volume) de madeira, pode-se estimar com relativa precisão a quantidade de energia da madeira e, por conversão, a quantidade de energia elétrica possível de se obter. A estimativa é feita utilizando a fórmula estabelecida por Krogh (1979), o qual observou que o poder calorífico inferior da madeira (PCi), dado em quilocalorias por quilograma (kcal.kg⁻¹), obedece aproximadamente à seguinte equação 1 (KROGH, 1979):

$$PC = 4.590 - (51,9 U) \quad (1)$$

Onde:

PCi = poder calorífico inferior da madeira (em kcal/kg)
4.590 e 51,9 = constantes
U = teor de umidade (em %)

Associando-se essa equação ao volume de madeira (resíduos), à densidade básica média e à umidade média da madeira, pode-se calcular a energia potencial contida nos resíduos por meio da equação 2 (BRITO *et al.*, 1979) :

$$E = V Db [4.590 - (51,9 U)] \quad (2)$$

Onde:

E = quantidade de energia (em kcal)
V = volume total dos resíduos não aproveitados (em m³)
Db = densidade básica média (em kg/m³)
4.590 e 51,9 = constantes
U = teor de umidade (em %)

Tabela 3 - Fatores de Conversão de Energia.

de » para	Multiplicar por				
	J	Btu	cal	kWh	tep
joule (J)	1,0	947,8 × 10 ⁶	0,23884	277,7 × 10 ⁹	2,388 × 10 ⁻¹¹
British Thermal Unit (Btu)	1,055 × 10 ⁹	1,0	252,0	293,07 × 10 ⁶	2,52 × 10 ⁻⁸
caloria (cal)	4,1868	3,968 × 10 ³	1,0	1,163 × 10 ⁶	10 ⁻¹⁰
quilowatt-hora (kWh)	3,6 × 10 ⁶	3.412,0	860,0 × 10 ³	1,0	8,6 × 10 ⁵
tonelada equivalente de petróleo (tep)	41,87 × 10 ⁹	3968 × 10 ⁶	10,0 × 10 ⁹	11,63 × 10 ³	1,0

Metodologia para análise econômica

O estudo da análise econômica tem como objetivo determinar se o projeto é rentável ou não, ou seja, se o capital investido retorna ao investidor.

Os valores de receitas e despesas determinados permitem compor o fluxo de caixa, que são os valores em unidades monetárias que refletem as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo que formam uma proposta de investimento (NORONHA, 1981). Para Nogueira (2001), fluxo de caixa é um instrumento gerencial fundamental na tomada de decisões empresariais. Seus objetivos são a coleta e a organização dos dados e o fornecimento de subsídios para análise de desempenho financeiro e para a realização de previsões orçamentárias.

Um ponto fundamental na análise de investimento é a determinação da taxa de desconto a ser utilizada como parâmetro para avaliação econômica de propostas, que é a chamada Taxa Mínima de Atratividade de Retorno (TMAR).

De acordo com Nogueira (2001), a determinação da TMAR faz parte de uma política a ser formulada pela cúpula administrativa das empresas, onde os aspectos que influenciam esta decisão são: disponibilidade e custos dos recursos, horizonte de planejamento do projeto (curto ou longo prazo), oportunidades estratégicas que o investimento pode oferecer e taxa de juros paga no mercado por grandes bancos ou por títulos governamentais, para o montante de dinheiro envolvido.

Entretanto, de uma maneira geral, toma-se como base para a análise de investimento o custo do capital da empresa.

Neste trabalho, foi considerada uma Taxa Mínima de Atratividade de Retorno de 10 % ao ano.

O Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Tempo de Retorno do Investimento (*Payback*) estão entre os principais indicadores considerados na análise de projetos (ABREU e STEPHAN, 1982, BUARQUE, 1984).

Valor Presente Líquido (VPL)

Valor Presente Líquido é a equivalência monetária hoje da soma dos fluxos de caixa futuros, depois de descontado o imposto de renda, de todos os anos de duração do projeto. O método de VPL é um valioso indicador porque reconhece o valor do dinheiro no tempo. Projetos que apresentam VPL positivo são atraentes.

Taxa Interna de Retorno (TIR)

Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como a taxa de desconto que iguala a zero o VPL dos fluxos de caixa do projeto. A TIR é calculada para determinar se a

rentabilidade do projeto excede uma mínima taxa de retorno aceitável, frequentemente chamada de taxa de atratividade. A vantagem da TIR é que, diferentemente do VPL, seus resultados de porcentagem permitem comparar projetos de tamanhos diferentes com facilidade.

A taxa interna de retorno, apesar de ser consideravelmente mais difícil de calcular à mão do que o VPL (Valor Presente Líquido) é possivelmente a técnica sofisticada mais usada para a avaliação de alternativas de investimentos. Como a TIR é a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero (já que o valor presente das entradas de caixa é igual ao investimento inicial), matematicamente, a TIR é obtida resolvendo-se a equação 3 para o valor de k que torne o VPL igual a zero na equação 4 (GITMAN, 2002 *apud* PEREIRA, ALMEIDA, 2008).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+k)^t} - I_0 \quad (3)$$

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+TIR)^t} - I_0 \quad (4)$$

Onde:

- FCt – valor presente das entradas de caixa;
- I_0 – investimento inicial;
- k – taxa de desconto (igual ao custo de capital de empresa);
- t – tempo de desconto de cada entrada de caixa;
- n – tempo de desconto do último fluxo de caixa.

Tempo de Retorno do Investimento (*Payback*)

Um cálculo do tempo de retorno do investimento ou *payback* compara as rendas com os custos e determina o período de tempo exigido para recuperar o investimento inicial. Um período de *payback* simples é calculado frequentemente sem levar em conta o valor do dinheiro no tempo. Este indicador é frequentemente usado para analisar oportunidades de investimento que oferecem benefícios incrementais e aplicações de uso final.

Planta de Cogeração usada para simulação dos dados econômicos

Após a determinação das melhores fontes de biomassa para queima em caldeira pela avaliação técnica, estas serão analisadas economicamente sendo submetidas a queima em uma termelétrica composta pelos equipamentos mostrados na tabela 4:

Tabela 4 - Equipamentos para cogeração.

EQUIPAMENTOS	VALOR (R\$)
CALDEIRA - FABRICANTE DEDINI - MODELO AZ 200, 200 T/H VAPOR, 67 KG/CM ² E ACESSÓRIOS PARA QUEIMA DO RESÍDUO DE BIOMASSA	32.000.000,00
TURBO - GERADOR SIEMENS SST 300 (POTÊNCIA - 40.000 Kw)	8.000.000,00
ACESSÓRIOS - TUBULAÇÃO, ISOLAMENTO, MATERIAIS ELÉTRICOS	250.000,00
PROJETO, CONSTRUÇÃO CIVIL, INSTALAÇÃO, FRETE E MÃO DE OBRA	150.000,00
TOTAL	40.400.000,00

Ressalta-se que investimentos necessários para a implementação de qualquer uma das alternativas de uso (bagaço de cana e resíduos de madeira) são os mesmos.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise técnica

Após a formação dos índices de variação, bem como a obtenção dos dados através de outros trabalhos, os dados obtidos são mostrados na tabela 5 a seguir:

Tabela 5 - Dados obtidos.

Critérios	Biomassa			
	Resíduos da Madeira	Bagaço de cana	Briquetes Comerciais	Lixo Urbano
Custo R\$/Ton	15,00 a 45,00	10,00 a 40,00	180,00 a 450,00	30,00
PCI (kcal/kg)	2.500 a 4.600	2.200 a 4.400	4.338 a 4.750	4.030 a 6.300
Densidade (kg/m ³)	510	100 a 250	500 a 550	150 a 250
Umidade (%)	0 a 50	0 a 50	8 a 12	50
Necessidade de pré-processamento	Não	Não	Sim	Sim
Disponibilidade	Muito alta	Muito alta	Muito baixa	Muito alta
Armazenagem	Médio	Médio	Médio	Nenhum
Sazonalidade de produção	Não	Sim	Não	Não

Considerações sobre os dados técnicos

A tabela 6 mostra as notas obtidas de acordo com cada critério adotado.

Se após a obtenção dos dados a faixa de variação compreender dois ou mais índices de ranking de notas, prevalecerá a maior nota de acordo com o dado técnico considerado.

Para análise posterior, apenas os dois resíduos com maior nota foram considerados, o bagaço de cana e o resíduo de madeira.

Para o cálculo da energia foi considerado para este estudo um volume de 1 m³ de resíduos não aproveitados; a densidade básica média de 850 kg.m⁻³, uma vez que as espécies de madeira processadas pelas serrarias são, na sua maioria, madeiras de densidade média a pesada; e o teor médio de umidade de 50%, pressupondo que o tempo entre a formação dos resíduos e seu uso para fins energéticos não seria suficiente para reduzir o teor de umidade inicial, de modo que se estima ser a umidade intermediária entre o estado verde e o estado de equilíbrio com o ambiente.

O cálculo foi realizado usando a equação 2:

$$E = 1,69 * 10^6 \text{ kcal}$$

Determinação do potencial energético do bagaço de cana

Leal (2005) estima que o índice de produção do bagaço possa chegar a 280 kg de bagaço por tonelada de cana moída, com 50% de umidade e pode calorífico inferior da ordem de 7.500 kJ/kg (1792 kcal/kg).

Fazendo uma aproximação com a fórmula de Krogh (1979) para o bagaço de cana-de-açúcar para um volume estimado de 1 m³, com grau de compactação da ordem de 1.400 kg/m³, obtém-se um total de energia nos resíduos do bagaço de cana de aproximadamente 2,5 * 10⁶ kcal.

$$E = 1792 * 1440 = 2.580.480 \text{ kcal}$$

Convertendo a energia E de kcal para kWh (divide-se pelo fator 859,845), chega-se a um total aproximado de 2,92 MWh.

Portanto, o total de energia contida nos resíduos não aproveitados gerados será de:

$$E = 1 * 850 * [4.590 - (51,9 * 50)]$$

Tabela 6 - Notas obtidas.

Critérios	Biomassa			
	Resíduos da Madeira	Bagaço de cana	Briquetes	Lixo Urbano
Custo R\$/Ton	5	5	2	5
PCI (kcal/kg)	5	5	5	5
Densidade (kg/m ³)	5	3	5	3
Umidade média (%)	5	5	5	1
Necessidade de pré-processamento	5	5	1	1
Disponibilidade	5	5	1	5
Armazenagem	3	3	3	5
Sazonalidade de produção	5	1	5	5
SOMA DAS NOTAS	38	32	27	30

Tabela 7 - Fluxo de caixa para a biomassa madeira.

Período (mês)	Investimento Inicial (R\$)	Despesa Operacional (R\$)	Receita Mensal (R\$)	FDL (fluxo de caixa líquido diferencial)
0	40.400.000,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
2	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
3	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
4	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
5	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
6	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
7	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
8	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
9	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
10	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
11	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
12	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
13	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40
:	:	:	:	:
60	0,00	649.350,60	1.707.840,00	1.058.489,40

Análise econômica

Para a alternativa de combustível resíduos de madeira, de acordo com o estudo realizado acima, para se gerar 1,97 MWh de energia, são necessários cerca de 1 m³ de resíduos de madeira e considerando que sua densidade média é de 850 kg/m³ com umidade de 50 %, então com uma tonelada de resíduo gera-se cerca de 2,31 MWh. O preço praticado pela tonelada de resíduos de madeira pelas serrarias é em média de R\$ 62,50 (valor obtido em abril/2012).

Para se gerar os 800 MWh pretendidos diariamente, são necessários um total de 346,3 toneladas de resíduos de madeira e um gasto R\$ 21.645,02 por dia.

Para a alternativa de combustível bagaço de cana, de acordo com o estudo realizado acima, para se gerar 2,92 MWh de energia, são necessários cerca de 1 m³ de resíduos de bagaço de cana e considerando que sua densidade média é de 1.400 kg/m³ com umidade de 50 %, então com uma tonelada de resíduo gera-se cerca de 2,08 MWh. O preço praticado pela tonelada de do bagaço de cana pelas usinas de álcool é em média de R\$ 17,50 (valor obtido em abril/2012).

Tabela 8 - Fluxo de caixa para a biomassa bagaço de cana.

Período (mês)	Investimento Inicial (R\$)	Despesa Operacional (R\$)	Receita Mensal (R\$)	FDL (fluxo de caixa líquido diferencial)
0	40.400.000,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
2	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
3	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
4	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
5	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
6	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
7	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
8	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
9	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
10	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
11	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
12	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
13	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20
:	:	:	:	:
60	0,00	201.922,80	1.707.840,00	1.505.917,20

Para se gerar os 800 MWh pretendidos diariamente, são necessários um total de 384,61 toneladas de bagaço de cana e um gasto de R\$ 6.730,76 por dia.

Quanto à tarifação do serviço de fornecimento de energia elétrica, foi estabelecido pelo órgão competente (ANEEL) o valor máximo que pode ser repassado do gerador ao consumidor cativo, chamado valor normativo, que varia de acordo com a tecnologia de geração adotada (NETO, 2001). Para a geração e cogeração de energia elétrica a partir da biomassa utilizaremos este valor como referência para os cálculos no modelo de avaliação

econômica aqui apresentada, atualmente fixada em R\$ 71,16/MWh (valor obtido em agosto/2012).

Para a elaboração do fluxo de caixa, foram determinados os custos operacionais e as receitas mensais. Para a biomassa madeira, o fluxo de caixa é mostrado na tabela 7 e para a biomassa cana de açúcar, o fluxo de caixa é mostrado na tabela 8.

Por outro lado, considera-se que grande parte dos investidores deseja um tempo de retorno em cinco anos.

Os resultados dos indicadores de viabilidade econômica são mostrados na tabela 9.

Tabela 9 - Indicadores econômicos do projeto.

Fonte de Biomassa	Indicadores Econômicos			
	VPL	TIR	Payback Simples	Payback Econômico
Madeira	R\$7.750.091,36	17,26%	3,18	4,14
Bagaço de Cana	R\$28.103.330,61	34,61%	2,23	2,72

IV. CONCLUSÃO

A avaliação técnica mostrou que os resíduos de madeira (serragem e cavaco) apresentaram as maiores notas, seguido do bagaço de cana-de-açúcar. Porém o poder calorífico do metro cúbico do bagaço de cana apresentou níveis maiores do que apresentados pelos resíduos de madeira, apesar da tonelada de resíduo de madeira apresentar um poder calorífico maior quando se trata da massa de cada um, já que a densidade do bagaço de cana é maior devido a sua compactação.

O preço por tonelada dos resíduos de madeira praticado pelos distribuidores é encontrado maior do que a tonelada do bagaço de cana. Provavelmente este aspecto se deve ao fato de que a produção nacional de álcool vem aumentando significativamente. Como consequência, a quantidade de resíduos da cana (bagaço) cresce na mesma proporção.

Este é o fator primordial que faz com que os custos da instalação de uma planta de cogeração a partir dos resíduos de cana de açúcar seja pago na metade do tempo em comparação aos resíduos de madeira caso este combustível fosse utilizado

V. REFERÊNCIAS

- ABREU, P. F. S. P.; STEPHAN, C., 1982, **Análise de Investimentos**, 1 ed., Rio de Janeiro, RJ, Editora Campus.
- BODDEY, R. M.; MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; Soares, L.H.B.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.. **Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, p. 133-140, 2009.
- BRITO, J. O.; MIGLIORINI, J. A.; BARRICHELO, L. E. G. **Estimativas energéticas para povoamentos florestais**.

- Piracicaba: IPEF, 1979. 10 p. (IPEF. Circular Técnica, n. 79).
- DANTAS FILHO, P. L.. **Análise de Custos na Geração de Energia com Bagaço de Cana-de-Açúcar: um Estudo de Caso em Quatro Usinas de São Paulo** Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo., 2009.
- PEREIRA, W.A.; ALMEIDA, L. S.. **Método manual para cálculo da taxa interna de retorno**. Revista Objetiva, v. 4, p. 38-50, 2008.
- KRAXNER, F.; NILSSON, S.; OBERSTEINER, M. **Negative emissions from bioenergy use, carbon capture and sequestration (BECS) – the case of biomass production by sustainable forest management from semi-natural temperate forests**. Biomass and Bioenergy, v.24, p.285-296, 2003.
- KROGH, G. N. E. Tecnologia para queimar madeira. **O Papel**. v. 40, n. 11, nov. 1979. p. 105-108.
- MOURA, J. P. ; SELVAM, P. V. P. . **Geração de energia com inovação tecnológica de aproveitamento de biomassa residual**. Bioenergy World Americas, 2006, Congresso Internacional/Bahia, p. 1 - 7, 29 nov. 2006.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1981. 274 p.
- PINHEIRO, G.; RENDEIRO, G.; PINHO, J. **Análise da eficiência de uma planta piloto de geração de energia elétrica utilizando biomassa**. Biomassa & Energia, v. 2, n. 3, p. 187-193, 2005.
- SILVA, M. C.; SANTOS, G. O.. **Densidade Aparente de Resíduos Sólidos Recém Coletados**. In: V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação CONNEPI, 2010, Maceió - AL., 2010.

VI. COPYRIGHT

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



OTIMIZAÇÃO DO TESTE DE QUALIDADE FINAL COM BANCO POLIVALENTE

JURANDIR MIGUEL DOS SANTOS; JOÃO BOSCO GONÇALVES; ÁLVARO MANOEL DE SOUZA SOARES
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ (UNITAU)
jurandir.santos@mpsa.com

Resumo - O objetivo do trabalho é avaliar a viabilidade do equipamento Teste de Rolagem usado em uma empresa montadora de veículos do Sul Fluminense, usando a ferramenta de qualidade de solução/alcance de metas PDCA para indicar sua eficácia. O equipamento foi instalado na saída da linha de montagem de veículos visando substituir os testes livres (circuito) executados por operadores, para obter resultados mais precisos. Além de acabar com os possíveis acidentes que ocorriam durante os testes livres, o Teste de Rolagem permite a exatidão do desempenho do carro, nos quesitos: freios, refrigeração, arrefecimento, ignição, bateria, balanceamento e motor. E possui uma amplitude maior para a avaliação do veículo. O equipamento é uma solução eficaz para se obter carros de maior qualidade e reduzir gastos na empresa e o ciclo PDCA nos permitiu enxergar esse resultado de forma clara e objetiva.

Palavras-chave: Automação. Teste de Rolagem. Teste livre. Ciclo PDCA.

I. INTRODUÇÃO

Com a ampliação de uma montadora de veículos foi desenvolvido um estudo que busca uma solução para melhoria do teste final de qualidade dos veículos, que apresentava limitações no sistema de avaliação. Foi inspirado em um equipamento utilizado em outras fábricas do Grupo que substituiu o teste de pista livre pelo teste de rolagem (automatizado). O equipamento foi desenvolvido para agilizar a produção e garantir a qualidade dos veículos. O teste livre era realizado na pista unitária, executado por operadores que avaliavam o desempenho do veículo diante de diversos obstáculos, através de sua percepção seguindo um check list (folha de avaliação) padrão. O teste, porém, apresentava algumas limitações: número restrito de possíveis defeitos a serem identificados, necessitava de uma maior sensibilidade dos operadores, não obtinha resultados precisos e padronizados, podendo gerar um produto final de qualidade inferior que a empresa busca oferecer aos clientes, longo tempo de duração do teste, exposição dos operadores a possíveis acidentes indo contra aos objetivos de segurança. Aplicando a metodologia PDCA de qualidade, será desenvolvido um projeto que visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de avaliação final de qualidade dos veículos produzidos na organização, apresentar uma melhoria no processo de teste da qualidade de veículos automotivos, padronizar informações do controle da qualidade dos veículos, evitar erros lógicos nas análises dos veículos testados, entre outros. A metodologia PDCA de qualidade mostra a efetividade do teste de

rolagem, que na indústria estudada, utiliza a ferramenta para encontrar soluções e indicar resultados. A ferramenta foi escolhida, por ser uma das mais conhecidas e por facilitar o entendimento de seus resultados. O teste de rolagem possibilita uma maior identificação de possíveis defeitos de desempenho dos veículos e de ruídos, que são detectados na micro pista, um pequeno circuito que permite a detecção de ruídos nos veículos, desde defeitos de peças soltas, a atender ao tempo de ciclo de produção da fábrica após ampliação e garantindo a segurança dos operadores, pois o teste é realizado em uma câmara fechada em um ambiente controlado.

II. OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente projeto visa melhorar, no âmbito da empresa a qualidade final dos veículos produzidos, possibilitando uma maior identificação de defeitos, aumentar a segurança dos operadores, aumentar a produtividade.

III. PROCESSO ORIGINAL

O teste final de qualidade dos veículos era feito por um operador, onde era realizada uma avaliação do veículo seguindo uma folha de avaliação, que era preenchido no final do circuito e depois digitalizado e arquivado.

A pista de teste livre possui o comprimento de 2,5 km, consiste em um circuito com obstáculos e velocidades controladas, onde cada obstáculo permite a percepção de possíveis defeitos e as velocidades variavam em 10 km/h a 110 km/h.

Os obstáculos da pista consistiam em revestimento granuloso, paralelepípedo, bandas rugosas, torção carroceria, asfalto deformado, descida de calçadas, ondulações alternadas, trilhos, côncavos, manobras (teste S), muro acústico, manobra ré, depressão terreno, lombadas, pista sinusoidal, elevações terreno, túnel frenagem, reta aceleração, tendência direcional, teste acionamento de freio.

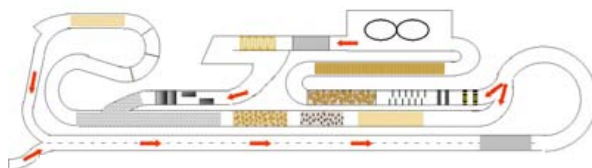


Figura 1- Pista de teste livre

O teste era constituído em um circuito e dividido em duas voltas que possuíam obstáculos diferentes. O piloto era autorizado a realizar uma terceira volta, a mesma só era feita

caso houvesse a necessidade de confirmar algum problema observado e a escolha era particular do operador, era escolhida a volta em que foi percebido o possível defeito. O circuito poderia ter a duração máxima de quinze minutos, caso fosse realizada a terceira volta.

A montadora possui um sistema de três turnos e a realização do teste de qualidade final dos veículos era feito somente nos horários diurnos e vespertinos. Cada turno era formado por seis operadores e cada operador era autorizado a avaliar dez veículos em seu horário de trabalho.

Os defeitos eram divididos em três categorias:

Defeito nível A: é percebido e encontrado por qualquer pessoa;

Defeito nível B: é percebido por qualquer pessoa, porém não é possível identificar sua localização;

Defeito nível C: é percebido somente pelo operador e na pista de teste, onde é possível localizá-lo em um dos obstáculos.

Os veículos reprovados seguiam para investigação, onde era detectada a origem da falha e depois outro teste era realizado para confirmar a perfeição do veículo. O veículo aprovado segue para outro equipamento que não influencia no objetivo do trabalho.

IV. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Durante muitos anos a indústria automobilística tinha como objetivo reduzir o nível de risco com acidentes nas pistas de teste e aumentar a qualidade dos veículos produzidos. A sociedade moderna foi condicionada a conviver com acidentes nos testes, muitos com vítimas fatais durante anos. Conseqüentemente esta cultura nos levou a produzir milhões de veículos sem que atentássemos a itens básicos de qualidade e segurança dos operadores e proprietários.

O aumento das vendas está intrinsecamente ligado à produção industrial. Os acidentes gerados durante os testes são tão ou mais graves do que os ocorridos com os proprietários, principalmente por que os testes são feitos para verificar o desempenho de vários itens do veículo, tais como: freio, refrigeração do motor, ar condicionado etc. Estes fatores acarreta uma maior dificuldade de diagnóstico, pois são necessários operadores bem treinados para efetuar os testes com grande eficiência. Ainda podemos salientar a habilidade (gosto) de cada um dos operadores que influi diretamente no desempenho teste.

Para o setor industrial o teste com equipamentos modernos representa, economia maior segurança e melhor controle da qualidade dos veículos produzidos. Nos últimos anos tem crescido os incentivos fiscais e a preocupação do governo com a segurança dos veículos produzidos, que visam reduzir os índices de acidentes nas rodovias brasileiras e também a qualidade onde a dirigibilidade e fator primordial. Para preservação da vida a montadora tem investido cada vez na modernização da produção, o governo com campanhas de conscientização, aliado a leis mais rígidas. Hoje, a responsabilidade social empresarial se incorpora à gestão e abrange toda a cadeia de relacionamentos: funcionários, clientes, fornecedores, investidores, governo, concorrentes, acionistas, meio ambiente e a sociedade em geral. Essa evolução tem acompanhado as expectativas do próprio mercado (ETHOS, 2000, p.24).

V. MELHORIAS REALIZADAS NO PROCESSO INDUSTRIAL

Foi elaboração um plano de ação para eliminar as falhas e alcançar as metas planejadas. O plano de ação foi desenvolvido através da implantação do equipamento de teste de rolagem, que foi instalado com o objetivo de substituir a pista de teste livre, pois o equipamento consegue alcançar as metas estabelecidas. O teste de rolagem foi instalado na montadora, devido ao equipamento já ser utilizado nos outros grupos da marca e para o projeto de implantação ser aceito, foi necessário a comprovação de eficiência do equipamento e para isso, especialistas realizaram viagens com o objetivo de estudo. Após estudos e reuniões entre os especialistas e a diretoria da montadora foi desenvolvido um projeto de implantação do teste de rolagem.

O Banco polivalente consiste em uma cabine (simulador) na qual o veículo é introduzido e todos os testes são controlados, abaixo temos um desenho geral do banco polivalente.

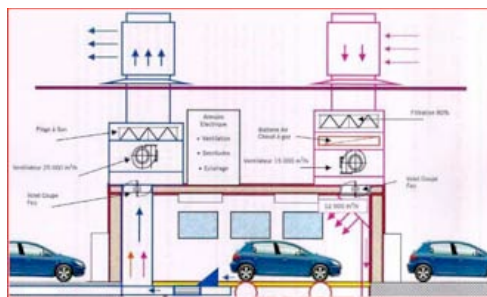


Figura 2 - Desenho do banco polivalente

O veículo ao chegar no banco polivalente deve ser identificado, no processo normal é feito a leitura do código de barras na qual consta todos os dados do teste (modelo de veículo, freio, ar condicionado, distância entre eixos e outros) em caso de falha é previsto a inserção do veículo em modo manual do código.

Após a entrada do veículo no banco polivalente o mesmo tem os pneus centrados sobre dois os rolos principais. As chapas centrais (entre rolos) são mantidas como apoios na entrada do veículo, após conectar o cabo de diagnóstico e acionar o botão de início de ciclo que fica em um púlpito dentro do banco polivalente ao lado do motorista, as placas de apoio são movimentadas permitindo que os pneus do veículo apoiem sobre os rolos principais.

Após o início do ciclo de teste o software ROLL BREAK neste caso é o mestre, Nele estão todos os comandos de validação (velocidade, frenagem, comunicação entre outros). O CLP utilizado é o Siemens Simotion.

VI. MICRO PISTA

A micro pista é um complemento do teste rolagem, usado para detecção de ruídos nos veículos para finalizar o teste final de qualidade. Possui um percurso de 200 metros e é composta pelos seguintes obstáculos: revestimento granuloso, paralelepípedo, bandas rugosas, descida de calçada, ondulações alternadas, trilhos, côncavos, manobras (testes) e elevação do terreno. Esses obstáculos foram escolhidos, pois eram os principais detectores de ruídos durante o percurso da pista livre. A velocidade máxima

permitida na micro pista é de 30 km/h e o percurso dura em média 3,5 min. A figura 14 mostra o circuito da micro pista.

VII. SOFTWARE ROLL BREAK

O software de gerenciamento do banco polivalente é feito em “C++” nele estão todas as gamas (instruções de teste de cada modelo veículo). A seguir alguns itens que compõem as gamas.

Dados Gerais (Modelo do veículo, largura, peso, distancia entre eixos e outros).

Teste de encadeamento (Código de Odisse, código vis, dados da climatização de conforto, abertura de comunicação, teste de baixa velocidade, teste de alta velocidade, frenagem e etc..).

Tipo de sinótico (Controle de velocidade, controle residual de frenagem, Ponto morto, teste dinâmico das eletroválvulas do ABS, envio de resultados).

- Curvas de teste (Ficha do veículo, ativação, comentários).
- Baixa velocidade (Velocidade, ativação, comentários)
- Teste de freio de mão (Ativação, comentários).
- Alta velocidade (Velocidade, ativação, comentários).
- Teste de marcha de volta (ré).

O roll break está instalado em computador próprio, este não pode estar em rede a fim de proteger o sistema, o sistema requer várias senhas para alterações. Todo histórico dos testes são mantidos e salvos a cada mil veículos. Na inserção de teste em veículos novos são feitas e inseridas novas gamas, a parametrização requer estudo criterioso afim de que os testes sejam eficientes. A fim de demonstrar a importância do PC segue abaixo um gráfico para ilustrar que todas as ações do banco polivalente estão ordenadas a partir do comando do PC, ou seja, um sistema mestre/escravo.

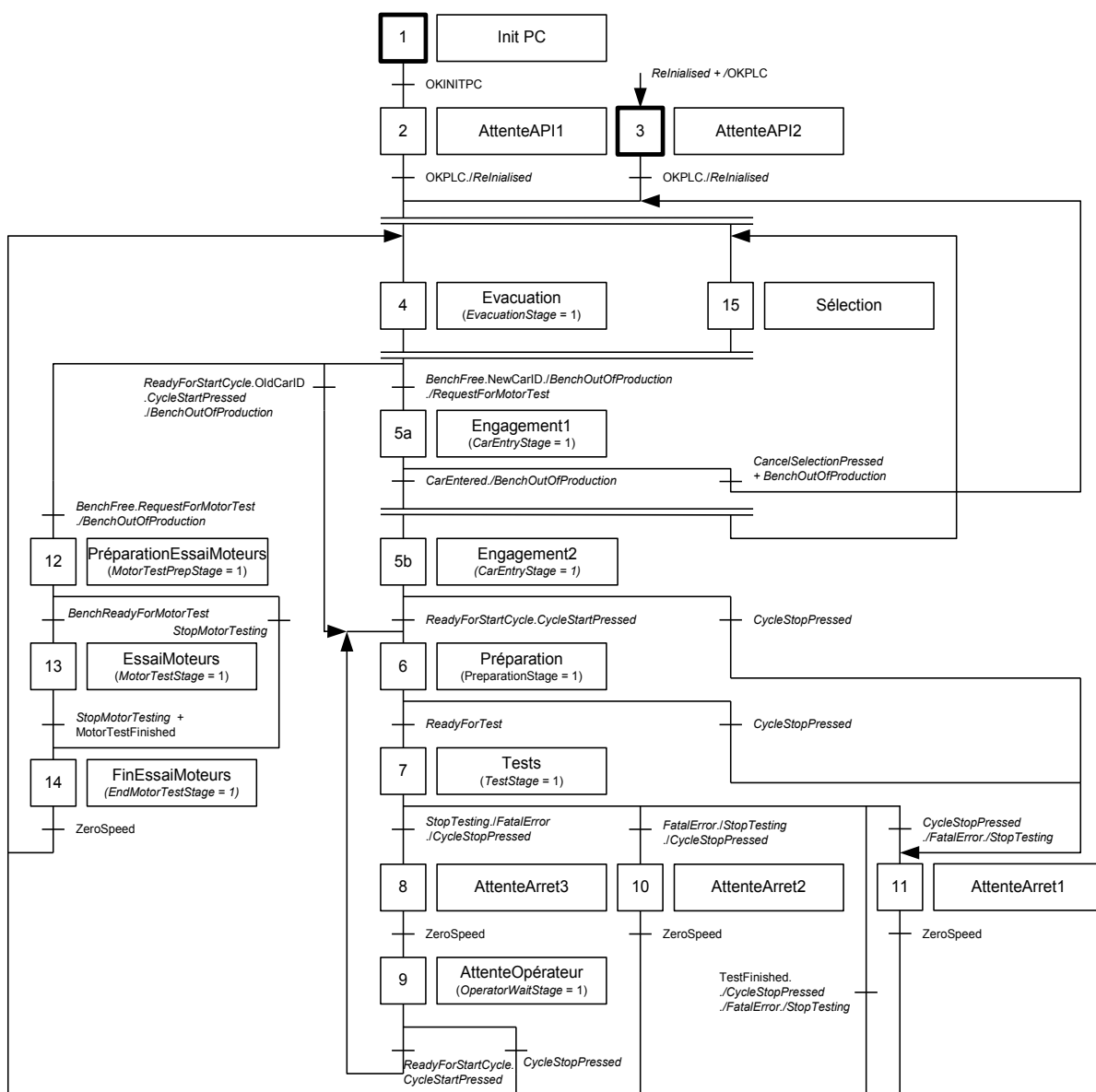


Figura 3 – Gráfico do PC

A lógica de programação e controle utilizada é o Siemens Simotion devido a sua interface amigável e segura.

Na parte elétrica (disjuntores, inversores, etc.) foram usados componentes Siemens. A lógica consiste no controle de comandos inicial como abrir a porta de acesso, início efetivo de rolagem, os instrumentos de medição com transdutores e sistema de segurança.

O Siemens Simotion é ideal para qualquer tarefa de controle de movimento, independente do nível de dificuldade, desde muito simples às mais complexas. Este sistema oferece a liberdade para projetar máquinas modernas. Alta flexibilidade, ciclos de execução rápidos, redução de tempo de setup da máquina e menor custo de manutenção, são alguns dos benefícios oferecidos por esse sistema. O sistema é expansível e oferece flexibilidade, podendo ser utilizado em máquinas centralizadas e descentralizadas em três tipos de plataformas: baseada em PC, controlador ou inversor.

Neste projeto foi utilizada a linguagem de programação LADDER (linguagem de contatos) por ser de fácil entendimento. A lógica foi desenvolvida de modo a facilitar a detecção das etapas do processo (lógica de passos), onde o Roll Break e PC trabalham em conjunto.

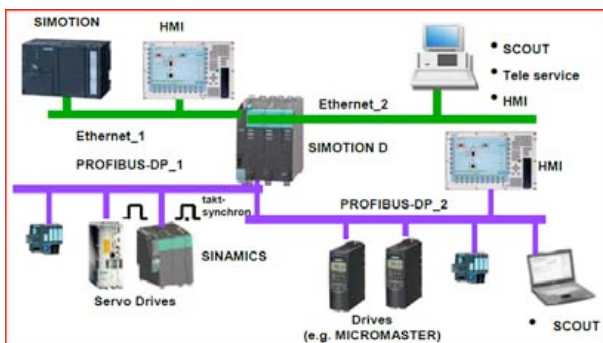


Figura 4 – Lay out da rede

VIII. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na verificação dos resultados obtidos com o plano de ação em vigor. Será feita uma comparação dos resultados com a pista livre e com o teste de rolagem. Certificar que o *planejado x realizado* esteja ocorrendo de acordo com o cronograma previsto e garantir a veracidade dos testes obtidos. Diariamente os resultados obtidos devem ser divulgados para os responsáveis pela implantação e manutenção do equipamento e para a diretoria da empresa. Seguindo o padrão dos demais grupos que já possuem o equipamento funcionando de acordo com o planejado e obtendo os resultados esperados.

O teste de rolagem reduz o número de acidentes ocorridos durante os testes à zero. Na pista unitária os acidentes ocorriam esporadicamente, porém, o objetivo da empresa em relação à segurança é de 100%.

Desde 2005 foram registrados oito acidentes, sendo que só são registrados os acidentes com lesões. O objetivo da empresa é não ter índice de acidentes e o teste de rolagem permite que a meta seja cumprida. A pista de teste livre fazia com que o operador ficasse muito exposto a acidentes, pois seus obstáculos exigiam alta velocidade e curvas sinuosas.

Outro fator que é levando em consideração a segurança do operador é o climático, pois os testes realizados na pista

livre durante a chuva podiam aumentar a possibilidade de acidentes, este fator está eliminado no teste de rolagem, pois por ser uma cabine fechada, o clima não interfere na segurança do operador.

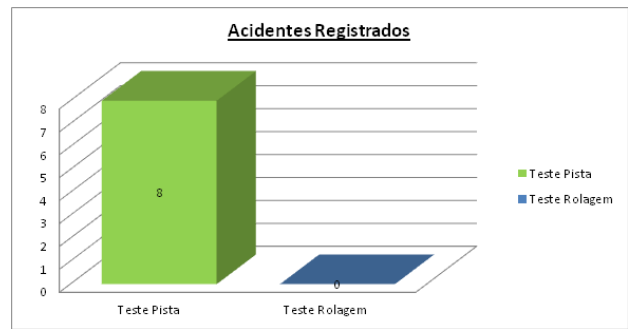


Figura 5 – Acidentes registrados

O teste na pista livre demanda um tempo quatro vezes maior do que o teste de rolagem, com isto o operador fica mais propenso à fadiga colaborando com um risco maior de acidentes.



Figura 6 – Tempo de realização do teste

Efeitos Secundários: Com a implantação do teste de rolagem, houve uma significativa redução de 2 litros de consumo de combustível em relação aos testes em pista livre. Como a pista livre tinha um percurso mínimo de 5 km, o abastecimento de combustível na fábrica era de 7 litros para atender o teste, para a execução do percurso, para o transporte da fábrica para distribuidora, da distribuidora para a concessionária e o mínimo de combustível para o cliente. Já com o teste de rolagem esse abastecimento diminuiu para 5 litros por veículo.

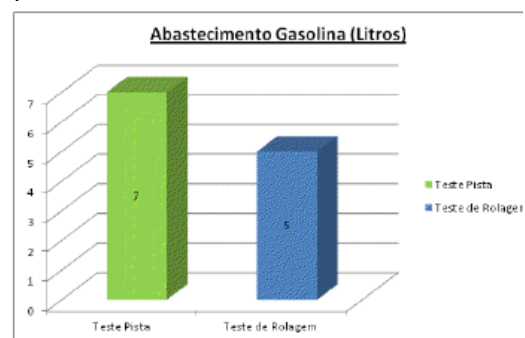


Figura 7 – Abastecimento de combustível

IX. CONCLUSÃO

O teste de rolagem foi um equipamento de importante investimento que trará um significativo retorno para a empresa, pois permite que os testes de qualidade sejam obtidos com maior precisão, maior gama de possíveis

defeitos localizados, padronização dos resultados e maior segurança para a realização dos testes.

A ferramenta de qualidade utilizada permitiu avaliar de vários ângulos como o equipamento é mais eficiente que a pista de teste livre e alcançou nossas expectativas em relação a conseguir mostrar de forma clara os benefícios do equipamento.

O trabalho também nos permitiu aprender a procurar soluções que não dependem somente do pólo onde se localiza o problema, às vezes as soluções podem estar em outros grupos e proporcionar uma melhoria maior do que aquela esperada.

X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. *Coletânea de normas de sistemas de qualidade*. Rio de Janeiro. 2007. 47p.

DESIDÉRIO. Publicação eletrônica de OFICINA DA NET: ISO 9001 – PDCA. OFICINA DA NET, São Paulo, Nov. 2007. Disponível em:

<WWW.oficinadanet.com.br/artigo/555/iso_9001_-_pdca>.

Acesso em: 01/03/2012

ORIBE, Claudemir Y. Publicação eletrônica de ECRCONSULTORIA: O ciclo do PDCA. ECRCONSULTORIA, São Paulo. Disponível em:

<WWW.ecrconsultoria.com.br/biblioteca/artigos/gestao-da-qualidade/o-ciclo-do-pdca>. Acesso em: 01/03/2012

XI. COPYRIGHT

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



PROTOCOLO 21/2011 – UMA RESPOSTA INCONSTITUCIONAL À OMISSÃO DA REFORMA TRIBUTÁRIA

UBALDO CESAR BALTHAZAR¹; LUCIANE APARECIDA FILIPINI STOBE²;

GUSTAVO ANDRÉ DE OLIVEIRA³

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA;

2, 3 – UNIVERSIDADE REGIONAL DE CHAPECÓ

ubalth@gmail.com

Resumo - Este artigo tem como objetivo analisar o Protocolo 21 como uma resposta (inconstitucional) dos Estados membros da Federação brasileira à atual forma de tributar bens comercializados pela internet. É um alerta ao poder constituinte derivado da necessidade urgente de alteração constitucional no sentido de avançar com a legislação tributária para garantir o equilibrado desenvolvimento nacional com a redução das desigualdades regionais. É evidente a crescente perda de receita do ICMS pelos Estados que não possuem forte comércio eletrônico. O simples afastamento do Protocolo 21, por inconstitucional, resolve um problema de estrita legalidade, mas mantém descumpridos os objetivos da República Brasileira, esculpidos no artigo 3º, inciso II e III, da Constituição Federal: garantir o desenvolvimento nacional com a redução das desigualdades regionais. Ainda, o atual modelo de incidência tributária do ICMS nas operações de comércio eletrônico de mercadorias destinadas a outros Estados (diverso do fornecedor) afronta o pacto federativo.

Palavras-chave: ICMS. Comércio eletrônico. Reforma tributária.

I. INTRODUÇÃO

Em primeiro de abril de 2011, dezoito Estados brasileiros, ditos consumidores (Acre, Alagoas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Roraima, Rondônia e Sergipe e o Distrito Federal), ao perceberem a grande perda na arrecadação do Imposto sobre operações relativas a Circulação de Mercadorias e Serviços de Transporte e Comunicações (ICMS), decorrente do comércio eletrônico, assinaram um acordo, o Protocolo 21/2011, celebrado no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz)¹. Referido documento estabeleceu que os Estados membros da federação brasileira devem exigir a parcela do ICMS sobre operações interestaduais em que o consumidor final adquire mercadorias ou bens via internet, telemarketing ou showroom, repartindo suas receitas nessas operações. A exigência do imposto pela unidade federada destinatária da mercadoria ou bem, aplica-se, inclusive, nas operações procedentes de unidades da Federação não signatárias do protocolo.

A cláusula segunda do Protocolo cria a figura do substituto tributário no estabelecimento remetente. Dispõe a norma que nas operações interestaduais entre os Estados

aderentes, o estabelecimento remetente, na condição de substituto tributário, será responsável pelo recolhimento do ICMS, que pertencerá ao Estado de destino. O pagamento do imposto relativo à parcela a este cabível poderá ser exigível a partir do momento em que a mercadoria ingressar no território de destino, mesmo que a operação envolva um Estado não signatário do referido Protocolo.

As alíquotas também foram fixadas pelo Protocolo, sendo 7% (sete por cento) para as mercadorias ou bens oriundos das Regiões Sul e Sudeste, exceto do Estado do Espírito Santo e 12% (doze por cento) para as mercadorias ou bens procedentes das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e do Estado do Espírito Santo. As intenções que nortearam a elaboração do Protocolo 21 vêm expressas em seu texto:

(...) considerando que a sistemática atual do comércio mundial permite a **aquisição de mercadorias e bens de forma remota**;

considerando que o aumento dessa modalidade de comércio, de forma não presencial, especialmente as compras por meio da internet, telemarketing e showroom, **deslocou as operações comerciais com consumidor final**, não contribuintes de ICMS, para vertente diferente daquela que ocorria predominante quando da promulgação da Constituição Federal de 1988;

considerando que o imposto incidente sobre as operações de que trata este protocolo é **imposto sobre o consumo**, cuja repartição tributária deve observar esta natureza do ICMS, que a Carta Magna na sua essência assegurou às **unidades federadas onde ocorre o consumo da mercadoria ou bem**;

considerando a substancial e crescente mudança do comércio convencional para essa modalidade de comércio, persistindo, todavia, a tributação apenas na origem, o que não coaduna com a essência do principal imposto estadual, não preservando a repartição do produto da arrecadação dessa operação entre as unidades federadas de origem e de destino, resolve celebrar o seguinte². (grifo nosso)

Os Estados signatários, predominantemente consumidores, têm alíquotas interestaduais menores que os produtores e, conforme Anis Jr. Kfour, “se o destino é para cima, a alíquota desce; se o destino é para baixo, a alíquota sobe”, tendo em vista que para os Estados do Sul e do Sudeste as alíquotas são de 12% e para os Estados do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Espírito Santo são de 7% (KFOURI, 2012, p.440).

¹ Protocolos são regulamentações tributárias previstas no artigo 38 do Regimento Interno do CONFAZ, com natureza de ato administrativo.

² Ver: http://www.fazenda.gov.br/confaz/confaz/protocolos/icms/2011/pt02_1_11.htm. Acesso em 03/08/2013.

A guerra fiscal³ que sempre se estabelecia em decorrência da concessão de isenções e benefícios dados pelos Estados de forma unilateral, sem a participação do CONFAZ (art. 155, § 2º, XII, “g”, CF/1988 combinado com o art. 1º da Lei Complementar nº 24/1975), a fim de atrair investimentos e indústrias para seus territórios, passou a ser travada nos setores atacadistas com caráter arrecadatório. A competição excessiva entre os Estados leva a uma deformidade gigantesca entre as regiões do país e uma falha na arrecadação de todos os entes.

Além de não solucionar o problema da guerra fiscal no comércio eletrônico, o Protocolo 21 vem acirrando ainda mais esta disputa, já que os Estados que mais influenciam e mais faturam no setor do *e-commerce*, quais sejam São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, não fazem parte do acordo.

No campo jurídico, a discussão baseia-se na possibilidade, ou não, da cobrança do tributo no Estado de destino da operação realizada no *e-commerce* por consumidor final.

II. AS INCONSTITUCIONALIDADES DO PROTOCOLO

Uma análise minuciosa do objeto do Protocolo permite afirmar que este cria nova hipótese de incidência para o ICMS: a entrada em território estadual de mercadoria adquirida no *e-commerce* e destinada a consumidor final. Esta “nova incidência” viola expressamente vários preceitos constitucionais, como os princípios da estrita legalidade, competência tributária, pacto federativo, capacidade contributiva e tangencia o efeito confiscatório do tributo.

Em um singelo exemplo, se uma empresa situada no Estado de São Paulo realiza uma venda para um consumidor final que reside no Distrito Federal, serão cobrados 10% de ICMS no Estado de destino e mais 18% de alíquota interna de São Paulo, concretizando uma anômala carga tributária de 28% só de ICMS, caso explícito de bitributação, motivada pelo pagamento da alíquota interna, conforme previsão constitucional e mais a alíquota prevista no Protocolo 21, pesando consideravelmente no bolso do consumidor.

Esta prática viola o princípio capacidade contributiva, vez que onera excessivamente o preço do consumo. Nesse passo, preceitua UCKMAR:

“Capacidade contributiva” significa força econômica dos sujeitos e das situações contempladas, mas pode também significar aptidão destes sujeitos para pagar o tributo, prejudicando, com isto, o programa de desenvolvimento de atividades em setores ou zonas economicamente menos desenvolvidas (UCKMAR, 1999, p.74).

O elevado custo da mercadoria traz implicações no desenvolvimento nacional. No aspecto da proteção negativa o poder de tributar do Estado vem limitado na ordem constitucional. Um desses limites é o princípio da capacidade contributiva, esculpido no artigo 145, § 1º, da Constituição Federal, o qual dispõe que “os impostos serão graduados segundo a capacidade econômica do contribuinte”.

Como os impostos devem ser graduados segundo a capacidade econômica dos contribuintes, o Estado não pode aniquilar essa capacidade, no sentido de obstaculizar a possibilidade do cidadão de viver dignamente (art.1º), desenvolver sua livre iniciativa (art. 170, *caput*), o livre exercício de atividade econômica (art. 170 § único) e sua propriedade privada (arts. 5º, *caput*, e 170 II) (ÁVILA, 2006, p.363).

O aumento excessivo da carga tributária pela incidência de ICMS ocorre de forma dúplice: a alíquota interna para o Estado fornecedor, mais a alíquota do Protocolo (7% ou 12%) para o Estado consumidor, gerando nitidamente um efeito confiscatório.

Em relação à criação de uma nova hipótese de incidência consistente na entrada em território estadual de mercadoria adquirida no *e-commerce* e destinada ao consumidor final, o Protocolo apresenta uma flagrante inconstitucionalidade. É que o fato capaz de gerar a obrigação tributária (denominado fato gerador) somente pode concretizar-se se estiver emoldurado em lei. Ou seja, apenas o fato concretamente ocorrido, subsumido à lei, é o fato impositivo (ATALIBA, 2005, p. 58).

Não há desta forma, possibilidade jurídica de criação ou majoração de tributos por protocolo (ato de natureza administrativa), como o faz o Protocolo 21. A incidência tributária norteia-se pelo princípio da legalidade que se consubstancia como um princípio necessário à instituição de tributos (BALEEIRO, 2010, p. 76).

No regime democrático representativo, a escolha de fatos e/ou situações que criam o episódio jurídico-tributário é feita pelo legislador (SABBAG, 2012, p. 673). A legalidade é um princípio basilar dos Estados de Direito, que se traduz não só na vedação de tributação sem lei, mas, acima de tudo, constitui a segurança jurídica e social, consubstanciada no artigo 5º, inciso II, da Constituição Federal que dispõe: “ninguém será obrigado a fazer ou deixar de fazer alguma coisa, senão em virtude da lei.” O princípio da legalidade reproduz-se no artigo 150, I, da Constituição que veda aos entes tributantes “exigir ou aumentar tributo sem lei”.

Os elementos analisados garantiram o reconhecimento pelos Tribunais pátrios da inconstitucionalidade do Protocolo 21. É o caso do Tribunal de Justiça de Goiás, que assim decidiu:

Mandado de Segurança. Protocolo ICMS 21. Decreto Estadual nº 7.303/2011. Destinatário Não Contribuinte do Imposto. Regra de Origem. Inconstitucionalidade. Ilegalidade.

1. Segundo compreensão do Supremo Tribunal Federal (Cautelar na ADI Nº 4.705), o CONFAZ e os Estados Membros não podem substituir a legitimidade democrática da Assembleia Constituinte, nem do constituinte derivado, na fixação da “regra de origem” imposta no artigo 155, § 2º, II, ‘b’, da Constituição Federal.

2. O Protocolo ICMS 21 viola o pacto federativo, na medida em que não foi firmado por todos os Estados-Membros, como também afronta o princípio da não diferenciação tributária (artigo 152, da CF).

3. A Constituição Federal reservou ao Senado Federal a definição de percentuais de alíquotas interestaduais do ICMS (artigo 155, § 2º, inciso IV), de modo que a normatização da matéria pelo Protocolo 21 viola a reserva de resolução senatorial.

4. A previsão de nova incidência de ICMS por ato infralegal, com a definição de sua destinação, alíquotas, bem como mediante a instituição da figura da substituição

³ A guerra fiscal é a prática competitiva exagerada, que fere o princípio federativo, excluindo qualquer modo de cooperação dos entes federados quanto aos tributos (AQUINO, 2012).

tributária, desrespeita o princípio da legalidade tributária. Segurança concedida. (Proc. nº 201194762590)

Pela inconstitucionalidade inclinou-se também o Tribunal do Distrito Federal, dispondo que

(...) o PROTOCOLO ICMS nº 21 disciplinou nova incidência tributária sobre as operações interestaduais que destinem mercadoria ou bem ao consumidor final, cuja aquisição ocorrer de forma não presencial no estabelecimento remetente – denominado comércio eletrônico (internet, telemarketing ou showroom). 3. Considerando que o Protocolo não foi unânime, ou seja, não restou assinado por todos os Estados da Federação, mostra-se nítida a violação do pacto federativo. 4. Na forma do art. 155, § 2º, XII, b, da CF/1988, deve ser adotada a alíquota interna do ICMS quando o destinatário não for contribuinte do ICMS, sendo este tributo devido à unidade federada de origem e não à unidade federada destinatária. 5. Agravo Regimental não provido. Decisão. Rejeitada a preliminar, negou-se provimento ao recurso. Decisão unânime. (Processo nº 2011002015395-8, DJe de 11.10.2011 – TJ/DF).

Fortemente embasado, o Supremo Tribunal Federal também afastou a aplicabilidade do Protocolo na análise da ADI 4565:

Tem densa plausibilidade o juízo de inconstitucionalidade de norma criada unilateralmente por ente federado que estabeleça tributação diferenciada de bens provenientes de outros estados da Federação, pois:

(a) Há reserva de resolução do Senado Federal para determinar as alíquotas do ICMS para operações interestaduais;

(b) O perfil constitucional do ICMS exige a ocorrência de operação de circulação de mercadorias (ou serviços) para que ocorra a incidência e, portanto, o tributo não pode ser cobrado sobre operações apenas porque elas têm por objeto “bens”, ou nas quais fique descaracterizada atividade mercantil-comercial;

(c) No caso, a Constituição adotou como critério de partilha da competência tributária o estado de origem das mercadorias, de modo que o deslocamento da sujeição ativa para o estado de destino depende de alteração do próprio texto constitucional (reforma tributária). Opção política legítima que não pode ser substituída pelo Judiciário.

Medida liminar concedida para suspender a eficácia prospectiva e retrospectiva (extunc) da Lei estadual 6.041/2010.

(ADI 4565; Requerente: Conselho Federal da Ordem dos Advogados do Brasil; Requeridos: Governador do Estado do Piauí e Assembleia Legislativa do Estado do Piauí; Rel. Min. Joaquim Barbosa; DJe de 27.06.2011)

A inconstitucionalidade do Protocolo 21 está hiante em seu texto e já demonstrada na jurisprudência pátria.

Todavia, é evidente que o Protocolo 21 é uma resposta, inconstitucional, como visto, dos Estados consumidores à atual forma de tributar bens comercializados pela *internet*. É um alerta ao poder constituinte derivado da necessidade urgente de alteração do modelo constitucional, no sentido de avançar com a legislação tributária para garantir o equilibrado desenvolvimento nacional com a redução das desigualdades regionais. É manifesta a crescente perda de receita do ICMS pelos Estados que não possuem forte comércio eletrônico. O simples afastamento do Protocolo 21, por inconstitucional, resolve um problema, para observação da estrita legalidade, mas mantém descumpridos os objetivos da República Brasileira, esculpidos no artigo 3º, inciso II e III, da Constituição Federal: garantir o desenvolvimento nacional com a redução das desigualdades regionais. Ainda, o atual modelo de incidência tributária do

ICMS nas operações de comércio eletrônico de mercadorias destinadas a outros Estados (diverso do fornecedor) afronta o pacto federativo.

Segundo dados do Ministério da Fazenda⁴, dos R\$ 29.475.108,00 de arrecadação do ICMS em valores correntes no mês de maio/2013, a região Sudeste responde por R\$ 16.494.348,00, ao passo que a Região Norte arrecadou apenas R\$ 924.418,00.

A exorbitante diferença é vista também em relação às demais regiões. Esta é uma mostra do crescimento desproporcional na arrecadação do ICMS entre Estados fornecedores e Estados consumidores.

O que o Protocolo 21 escancara é a emperrada resistência a uma reforma tributária no Brasil. Despreocupado com o desenvolvimento nacional equilibrado, o Congresso Nacional ignora uma legislação tributária desatualizada e desloca para o Judiciário a obrigação de fornecer uma resposta política à sociedade brasileira.

Figuras anômalas como o Protocolo 21 evidenciam a urgente necessidade de uma reforma tributária capaz de servir antes aos objetivos da República. Alguns projetos de emenda constitucional⁵ objetivam alterar o sistema de repartição do ICMS no caso de mercadorias adquiridas no comércio eletrônico, mas a morosidade e os divergentes interesses de forças políticas nacionais impedem o avanço da modernização da legislação tributária.

A luta dos Estados destinatários dos produtos do *e-commerce* para não perder arrecadação é legítima, o que não significa que estes possam praticar ilicitudes como forma compensativa. Necessário é promover a livre concorrência, a competitividade, fortalecer o comércio local, aumentar a geração de emprego e renda, e diminuir a perda da arrecadação, através de meios legais sem desconsiderar os princípios basilares da Constituição.

III. NECESSIDADE DE UMA REFORMA TRIBUTÁRIA

O comando para uma reforma tributária que atenda o desenvolvimento socioeconômico equilibrado do país, já fora dado pela Constituição Federal. Esta, em seu artigo 151, veda à União instituir tributo que não seja uniforme em todo o território nacional ou que implique distinção ou preferência em relação aos entes tributantes, admitindo-se a concessão de incentivos fiscais destinados a promover o equilíbrio do desenvolvimento entre as diferentes regiões do país. O princípio da uniformidade procura eliminar os chamados privilégios odiosos.

Referido princípio coaduna-se com o artigo 152 que, direcionado aos Estados e Distrito Federal, proíbe o estabelecimento de diferenças tributárias entre bens e serviços em razão da procedência ou destino.

Nesta esteira, Anis Kfourir Jr. explica que um Estado-membro não pode instituir alíquotas diferenciadas de ICMS em função da origem ou do destino da mercadoria, por cidade, o que também afetaria o princípio da uniformidade geográfica (KFOURI, 2012, p. 181)

⁴ Ver: <http://www.fazenda.gov.br/confaz/boletim/Valores.asp>. Acesso em 03/08/2103.

⁵ A exemplo da PEC 227/2008, ou da PEC 56/2011.

O princípio da uniformidade geográfica, contudo, não impossibilita a adoção de alíquotas diferenciadas pelos entes políticos, dentro de suas competências tributárias e nos limites constitucionais e legais, que é o que ocorre com o ISS, sabendo-se que os Municípios têm a possibilidade de instituir alíquotas variando entre 2% e 5%.

Além de atender ao princípio da igualdade, este princípio também visa atender o pacto federativo. Nesta cadência, no mesmo compasso da isonomia, o princípio da uniformidade geográfica admite tratamento distinto àqueles que não se igualam, pois tem por objetivo o equilíbrio entre todas as regiões do país. Conforme ADI nº. 4713, o Protocolo 21/2011 contraria a autonomia dos entes federados não signatários.

Observa-se que Constituição Federal (art. 170, VII) consubstancia e garante a existência de uma ordem econômica fundada na redução das desigualdades regionais e sociais. O artigo 174 da Constituição Federal considera o Estado como normatizador e regulador da atividade econômica, atribuindo-lhe as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

A Carta Republicana deixou claramente aberta a possibilidade de o Estado direcionar seus esforços de forma heterogênea, visando justamente desfraldar políticas públicas capazes de reduzir as desigualdades regionais e o desenvolvimento localizado, e assim, efetivamente, implantar o desenvolvimento nacional de modo o mais uniforme possível (enquanto direito da sociedade de reivindicar à realização de políticas públicas), implementando um dos principais objetivos republicanos (COMPARATO, 1989, p.53).

IV. CONCLUSÃO

Os princípios republicano e federativo que emolduram o Estado brasileiro irradiam seus preceitos na análise dos temas tributários. Isto porque o tributo é, no regime capitalista, o sustentáculo do Estado e a expressão solidária de manutenção das políticas públicas em prol desenvolvimento nacional, na construção de uma sociedade livre, justa e solidária.

Quando há omissão do poder político instituído no trato de questões de relevância nacionais, as relações econômicas e humanas movem-se por suas próprias forças e encontram soluções, nem sempre ideais, para o enfrentamento da realidade.

Devido à ausência da tão esperada reforma tributária, foi editado o Protocolo 21 para responder à perda substancial de receita do ICMS pelos Estados ditos consumidores de mercadorias comercializadas pela internet.

Ocorre que a iniciativa de subscrição de um Protocolo pelos Estados signatários descuidou de questões jurídicas importantíssimas e sucumbe aos poucos diante das decisões quanto à inconstitucionalidade tomadas pelos Tribunais pátrios.

Da análise do texto do Protocolo 21 e de suas implicações práticas pode-se afirmar a violação aos princípios constitucionais do federalismo, da capacidade contributiva, da legalidade, da competência tributária, da uniformidade geográfica e do não confisco. Ao criar uma “nova hipótese de incidência” consistente na entrada em território estadual de mercadoria adquirida no *e-commerce* e

destinada a consumidor final, os Estados signatários extrapolam sua competência e acirram a guerra fiscal.

Todavia, o Protocolo é um indício claro de uma sociedade que almeja o urgente mover-se do Congresso Nacional no sentido de reforma tributária.

O estudo permite indicar a necessidade urgente de uma reforma tributária norteada pelos princípios republicanos, que trate do ICMS incidente na circulação de mercadorias no comércio eletrônico como instrumento de promoção do desenvolvimento regional equilibrado.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, Jorge Inácio. *Benefícios fiscais, guerra fiscal e reforma do imposto de renda*, in Revista brasileira de direito tributário e finanças públicas, n. 32, 2012, p.8-33
- ATALIBA, Geraldo. *Hipótese de incidência tributária*. 6ª ed. São Paulo: Malheiros, 2005.
- ÁVILA, Humberto. *Sistema constitucional tributário*. São Paulo: Saraiva, 2006.
- BALEEIRO, Aliomar. *Limitações constitucionais ao poder de tributar: à luz da Constituição de 1988 até a Emenda Constitucional n.10/1996*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Forense, 2010.
- COMPARATO, Fábio Konder. *Para viver a democracia*. São Paulo: Brasiliense, 1989.
- KFOURI, Anis Jr. *Curso de direito tributário*, 1ª ed., São Paulo: Saraiva, 2010.
- SABBAG, Eduardo. *Manual de direito tributário*. 4ª ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA. *O Brasil e o comércio eletrônico*, 2001. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Publico/estudotributarios/estatisticas/13BrasilComercioEletronico.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2013;
- REUTERS. *Vendas do comércio eletrônico do Brasil devem crescer 24% em 2013*. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2013/03/vendas-do-comercio-eletronico-do-brasil-devem-crescer-24-em-2013.html>>. Acesso em 07 de maio de 2013;
- SANTOMAURO. *Mais de 42 milhões de brasileiros já compram pela internet*. 2013. Disponível em: <<http://www.proxima.com.br/home/negocios/2013/03/20/Mais-de-42-milhoes-de-brasileiros-ja-compram-pela-internet.html>>. Acesso em 07 de maio de 2013.
- www.fazenda.gov.br

VI. COPYRIGHT

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



TIPO DE RAMO E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA ALPORQUIA DA LICHIEIRA

ANA CLAUDIA COSTA¹; JOSÉ DARLAN RAMOS¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

anaclaudiacosta87@hotmail.com;darlan@dag.ufla.br;adecarlos@pop.com.br

Resumo - A lichieira apresenta algumas dificuldades na sua propagação, o método utilizado com relativo sucesso é a alporquia. Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de três tipos de ramos e da aplicação de AIB na propagação vegetativa de lichieira através de alporquia. Os alporques foram realizados em ramos semilenhosos de lichieira cultivar Bengal. Os ramos foram anelados, removendo-se completamente a casca, formando um anel com 2,0 cm de espessura, os quais foram tratados com diferentes concentrações de ácido indolbutírico e cobertos com substrato composto por uma mistura de plantmax®, vermiculita e terra comum. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições e oito alporques por parcela. Os tratamentos consistiram de: cinco concentrações de AIB (0; 500; 750; 1000 e 2000 mg.L⁻¹) e três tipos de ramos (fino, médio e grosso). As avaliações foram feitas 120 dias após a realização dos alporques, coletando-se os seguintes dados biométricos: comprimento (cm), diâmetro (mm) e massa seca das raízes (g). A utilização de ramos grossos (maiores que 3 cm) na confecção dos alporques combinado com 1363 mg.L⁻¹ de AIB proporciona maior pegamento na alporquia de lichieira cultivar Bengal.

Palavras-chave: *Litchi chinensis* Sonn. *Lichia*. Regulador de crescimento.

I. INTRODUÇÃO

A lichieira é uma planta da família Sapindaceae, gênero *Litchi*, espécie *Litchi chinensis*. Estima-se que seu centro de origem está entre 23° e 27 ° de latitude norte, na zona subtropical do sul da China (SMARSI *et al.*, 2008). No Brasil, presume-se que sua introdução ocorreu em 1810, no Rio de Janeiro, sendo que seu cultivo expandiu-se para a região Sudeste (SMARSI *et al.*, 2011).

Não existem no Brasil estatísticas atuais quanto à área cultivada e a produção da lichia, mas estima-se a existência de 1000 a 2000 hectares instalados no Brasil, sendo que o Estado de São Paulo responde por 60 a 70% dessa área (BASTOS *et al.*, 2006). A tendência é que essas áreas sejam incrementadas, devido aos lucros obtidos até o presente momento pelos produtores e a uma demanda em ascensão por esses frutos exóticos (LIMA *et al.*, 2011).

Para a expansão do cultivo da lichieira no Brasil, é necessária a obtenção de mudas com alto padrão de qualidade para garantir a homogeneidade dos pomares (FRANCO *et al.*, 2005).

Como vantagens da propagação vegetativa, pode-se listar a manutenção das características genéticas das plantas-matrizes, uniformidade e precocidade de produção. Dentre as técnicas de propagação vegetativa, destacam-se a

propagação por estaquia, alporquia e a enxertia (HARTMANN *et al.*, 2002).

De maneira geral, as mudas de lichieira são obtidas via processo de alporquia, pois, aquelas oriundas de sementes possuem a vantagem de apresentarem um longo período improdutivo ocasionado pela fase de juvenilidade (HARTMANN *et al.*, 2002). Outro inconveniente a ser ressaltado é a grande variabilidade genética das cultivares, o que resulta em plantas com acentuadas diferenças de vigor no campo e qualidade dos frutos produzidos, sugerindo-se a necessidade de propagação clonal ou vegetativa (FACHINELLO *et al.*, 2005).

Uma das maneiras de tentar auxiliar no sucesso dessa técnica de propagação vegetativa é a adoção da utilização de reguladores vegetais, a exemplo do ácido indolbutírico (AIB), auxina mais comumente utilizada na indução do enraizamento adventício, por se tratar de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica, em comparação às demais auxinas sintéticas (FACHINELLO *et al.*, 2005).

O diâmetro do alporque pode afetar a nutrição das mudas, visto existirem diferenças na biomassa, que poderiam ser fonte de nutrientes para o desenvolvimento das brotações da futura muda (FRANCO *et al.*, 2005).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de três tipos de ramos e da aplicação de AIB na propagação vegetativa de lichieira através de alporquia.

II. PROCEDIMENTOS

O experimento foi instalado e conduzido no Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, no período de junho a outubro de 2011. O clima da região é do tipo Cwb, temperado suave (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, caracterizado por apresentar inverno seco e verão chuvoso.

Os alporques foram realizados em ramos semilenhosos de lichieira sadios e vigorosos da cultivar Bengal. Os ramos foram anelados, removendo-se completamente a casca, formando um anel de 2,0 cm de espessura, os quais foram tratados com diferentes concentrações ácido indolbutírico com auxílio de pincel, e cobertos com substrato composto por uma mistura de plantmax®, vermiculita e terra comum (1:1:1). Esse substrato foi umedecido, e os alporques envolvidos com plástico transparente e amarrados nas duas extremidades, para criar um ambiente úmido ao redor da lesão, favorável

ao desenvolvimento de raízes para a produção dos alporques.

Durante a condução do experimento foi feita a irrigação manual dos alporques duas vezes por semana com o auxílio de uma seringa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com três repetições e oito alporques por parcela, sendo utilizadas três plantas e cada planta correspondente a um bloco. Os tratamentos consistiram de: cinco concentrações de ácido indolbutírico (0; 500; 750; 1000 e 2000 mg.L⁻¹) e três tipos de ramos (fino, médio e grosso). Foram considerados finos os ramos até 1,0 cm de diâmetro, médios de 1,0 a 3,0 cm e grossos acima de 3,0 cm. As avaliações foram feitas 120 dias após a realização dos alporques, coletando-se os seguintes dados biométricos: comprimento (cm), diâmetro (mm) e massa seca das raízes (g). Para obtenção da massa seca, as raízes dos alporques foram lavadas em água corrente e secas ao ar livre. Posteriormente, as raízes foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C por 72 horas, até atingirem o peso constante, para em seguida ser mensurada, com auxílio de balança digital de precisão a massa seca das raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias ao teste de Tukey e as concentrações de AIB submetidas à regressão, ao nível de 5% de probabilidade (GOMES, 2000).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de ácido indolbutírico (AIB) combinado com diferentes tipos de ramos influenciou positivamente na viabilidade da alporquia realizada em lichieiras cultivar Bengal. Houve interação entre os fatores estudados (concentração de AIB x tipo de ramo) apenas para a característica massa seca das raízes.

O comprimento da raiz principal apresentou comportamento quadrático, sendo que a concentração de AIB que proporcionou maior comprimento foi 1583 mg.L⁻¹ com a qual se obteve 11,65 cm de raiz (Figura 1). Esses resultados concordam com os encontrados por Smarsi *et al.* (2008) que trabalhando com diferentes substratos e concentrações de AIB no desenvolvimento de alporques de lichieira Bengal, obtiveram maior desenvolvimento do sistema radicular dos alporques quando tratados com AIB. Leite *et al.* (2007) avaliando o efeito de cinco concentrações de AIB no enraizamento de alporques de pequi não observou diferença significativa entre as concentrações para as características avaliadas, mas o enraizamento ocorreu apenas nas concentrações 500 e 2000 mg. L⁻¹, sendo que em 2000 mg. L⁻¹ observou-se maior comprimento e número de raízes dos alporques. Danner *et al.* (2006) também obtiveram maior crescimento de raízes em alporques de jabuticabeira quando tratados com AIB.

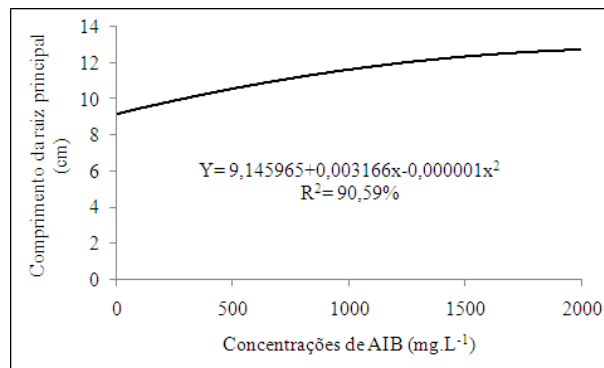


Figura 1 - Comprimento da raiz principal de alporques de lichieira cultivar Bengal, tratados com diferentes concentrações de AIB. Lavras-MG, 2011

Maior comprimento de raiz de alporques de lichieira foi obtido quando os alporques foram confeccionados em ramos de diâmetro médio (entre 1 e 3 cm) e grosso (maior que 3 cm), atingindo 11,60 cm a raiz principal, o que representa 1,54 cm a mais que quando confeccionados em ramos finos (Tabela 1).

Tabela 1 - Comprimento da raiz principal de alporques de lichieira cultivar Bengal em diferentes tipos de ramos. Lavras-MG, 2011.

Tipo de ramo	Média do comprimento da raiz principal (cm)
Grosso	11,600000 a
Médio	11,466666 a
Fino	10,066667 b
CV(%)	9,79

* Médias seguidas pela mesma letra em minúsculo na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Esses resultados corroboram aos encontrados por Franco *et al.* (2005) que obtiveram alporques, oriundos de ramos grossos (maiores que 3cm), com número de folhas, acúmulo de matéria seca das brotações da parte aérea, nas raízes e no total das mudas, significativamente superiores aos com caule de diâmetro fino. Os resultados obtidos também estão de acordo com Carvalho & Salomão (2000), que relataram que, quanto mais desenvolvido o ramo em que se faz o alporque, melhor o enraizamento, devido à maior quantidade de reserva.

O diâmetro da raiz principal apresentou comportamento linear, portanto, conforme se aumentou a concentração de AIB, houve aumento do diâmetro da raiz dos alporques. Para cada unidade de aumento na concentração de AIB ocorreu um aumento em 0,000436 cm no diâmetro da raiz principal dos alporques (Figura 2). Não houve diferença significativa do diâmetro da raiz em diferentes tipos de ramos.

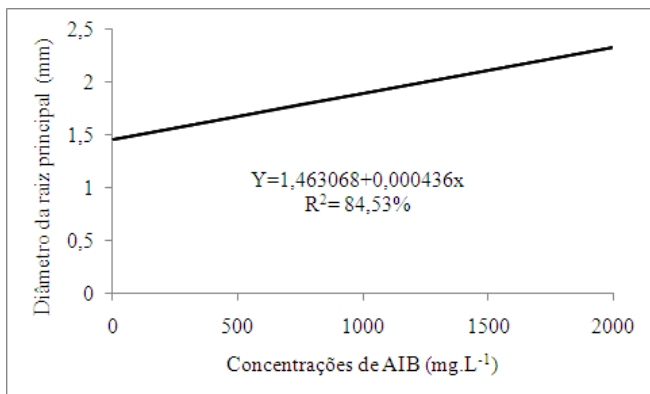


Figura 2- Diâmetro da raiz principal de alporques de lichieira cultivar Bengal, tratados com diferentes concentrações de AIB. Lavras-MG, 2011

Com relação à massa seca das raízes, houve interação entre os fatores estudados para essa característica, indicando que a concentração de AIB que deve ser utilizada depende do diâmetro de ramo utilizado na confecção dos alporques.

Quando os alporques foram confeccionados em ramos grossos (maior que 3 cm), a concentração de AIB que proporcionou maior massa seca de raiz foi 1363 mg.L⁻¹, com a qual se obteve 10,99 g. Essa foi a maior quantidade de massa seca de raiz encontrada entre os três tipos de ramos utilizados, o que representa 3,08 g a mais do que quando os alporques foram confeccionados em ramos de diâmetro médio (Figura 3).

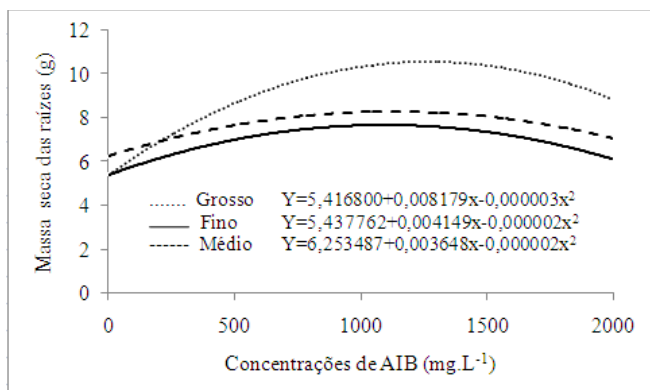


Figura 3- Massa seca das raízes de alporques de lichieira cultivar Bengal, tratados com diferentes concentrações de AIB. Lavras-MG, 2011

Para os alporques feitos em ramos de diâmetro médio (entre 1 e 3 cm), a concentração de AIB que proporcionou maior massa seca de raiz foi 912 mg.L⁻¹, obtendo-se 7,91 g de massa seca de raiz (Figura 3).

Já para os alporques confeccionados em ramos finos (menor que 1 cm), a maior massa seca de raiz (7,58 g) foi obtida na concentração 1037 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 3).

Os resultados encontrados nesse experimento provavelmente ocorreram, devido a aplicação de concentrações mais elevadas de auxinas nos alporques. As auxinas desempenham um papel de indução de enraizamento, e quando aplicadas em concentrações mais elevadas, podem favorecer a formação de raízes, como o observado nesse caso. Por outro lado, elevadas concentrações de AIB quando aplicadas em estacas de determinadas espécies, como em estacas de caramboleira

(BASTOS *et al.*, 2004), podem causar fitotoxicidade e inibir a formação de raízes e o enraizamento.

IV. CONCLUSÃO

A utilização de ramos grossos para a confecção dos alporques combinado com 1363 mg.L⁻¹ de AIB proporciona maior sucesso na propagação vegetativa de lichieira cultivar Bengal.

V. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pela concessão de bolsa de estudos aos pesquisadores que desenvolveram o trabalho.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, D.C.; PIO, R.; FILHO, J.A.S.; ALMEIDA, L.F.P.; ENTELMANN, F.A.; ALVES, A.S.R. Tipo de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação da lichieira. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.97-102, 2006.
- BASTOS, D.C.; MARTINS, A.B.G.; SCALOPPI JUNIOR, E.J.; SARZI, I.; FATINANSI, J.C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 284-286, 2004.
- CARVALHO, C.M.; SALOMÃO, L.C.C. **Cultura da lichieira**. Viçosa: UFV, 2000. 38p. (Boletim de extensão, 43).
- DANNER, M.A.; CITADIN, I.; JUNIOR, A.A.F.; ASSMAN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S.A.Z. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, Embrapa, 2005. 221 p.
- FRANCO, C.F.; PRADO, R.M.; BRAGHIROLI, L.F.; LEAL, R.M.; PEREZ, E.G.; ROMUALDO, L.M. Uso da poda e de diferentes diâmetros de alporques sobre o desenvolvimento e o acúmulo de nutrientes de mudas de lichieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 491-494, 2005.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 477p.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.
- LEITE, G.L.D.; VELOSO, R.V.S.; CASTRO, A.C.R.; LOPES, P.S.N.; FERNANDES, G.W. Efeito do AIB sobre a qualidade e fitossanidade dos alporques de influência da *Caryocar brasiliense* Camb (Caryocaraceae). **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.315-320, 2007.
- LIMA, F.V.; AGUILA, J.S.; ORTEGA, E.M.M.; KLUGE, R.A. Pós-colheita de lichia 'Bengal' tratada com etileno e 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1143-1149, 2011.
- SMARSI, R.C.; OLIVEIRA, G.F.; REIS, L.L.; CHAGAS, E.A.; PIO, R.; MENDONÇA, V.; CHAGAS, P.C.; CURI, P.N. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de lichieira. **Revista Ceres**, v. 58, n.1, p. 129-131, 2011.

SMARSI, R.C.; CHAGAS, E.A; REIS, L.L.; OLIVEIRA, G.F.; MENDONÇA, V.; TROPALDI, L.; PIO, R.; FILHO, J.A.S. Concentrações de ácido indolbutírico e tipos de substrato na propagação vegetativa de lichia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 007-011, 2008.

VII. COPYRIGHT

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



SÍMBOLOS E NOMES DE ELEMENTOS QUÍMICOS REPRESENTATIVOS: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DE DOMINÓ NO ENSINO DA TABELA PERIÓDICA

ELISMAR DE JESUS NUNES CNOSSEN¹; IRLEI SOUZA SANTOS¹; JANAÍNA
GOMES DE SIQUEIRA¹; JÚLIO CÉSAR BARROS¹; ADRIANA FREITAS NEVES¹

1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

eliscnossen@gmail.com

Resumo - Neste trabalho foi elaborado um jogo didático contendo os elementos representativos da Tabela Periódica e aplicado para alunos do 1º ano do Ensino Médio. O jogo foi desenvolvido baseado no dominó tradicional, em que os alunos fazem associações entre o nome de um elemento químico ao seu símbolo, tendo como objetivo facilitar a aprendizagem e fixação do conhecimento. Os alunos se mostraram interessados no desenvolvimento da atividade proposta em sala de aula, a qual foi realizada de forma simples, rápida e eficiente a partir de um modelo lúdico de aprendizagem.

Palavras-chave: Tabela Periódica. Elementos Representativos. Jogo Didático

I. INTRODUÇÃO

O ensino da Química é considerado de difícil compreensão por parte dos alunos distanciado do seu mundo tecnológico e cultural. Para que este ensino seja significativo para os alunos, os mesmos buscam relação com o seu dia-a-dia, com assuntos que afetam a sua vida e a sociedade em que vivem podendo auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Dentre as ferramentas capazes de realizar o elo entre teoria e prática está o emprego da contextualização e da interdisciplinaridade na atuação pedagógica, auxiliando no despertar do interesse dos estudantes pelos conteúdos e proporcionando uma melhor formação intelectual. Essas associações entre teoria e prática tem sido uma das maiores dificuldades enfrentadas no ambiente escolar (CARREIRA, 2010).

De acordo com KRASILCHIK (2005) o jogo didático tem como objetivo atingir conteúdos específicos no meio escolar sendo uma atividade lúdica que fornece ao professor uma visão do conteúdo aplicado e as dificuldades referentes ao mesmo pelos alunos no decorrer da prática, além de promover uma participação mais efetiva, buscando sempre um melhor desempenho. Segundo CUNHA (2000) diversos jogos tem sido aplicados no ensino de química com diferentes enfoques e produzindo resultados positivos, pois podem contribuir para dinamizar as aulas; contudo, é importante que os jogos pedagógicos sejam utilizados como instrumentos auxiliares para reforçar conteúdos já apreendidos anteriormente (FIALHO, 2008).

A Tabela Periódica é o símbolo mais difundido da linguagem química e se constitui em uma importante ferramenta didática para o ensino dos conteúdos desta ciência (TROMBLEY, 2000), embora muitos estudantes a vejam como um emaranhado de informações que precisam

ser apenas memorizadas (CHRISPINO, 1994; DALLACOSTA e COLS., 1998), pois há tantos aspectos teóricos de forma complexa que se torna abstrato ao educando sem relação com o seu cotidiano.

A memorização de nomes e símbolos dos elementos químicos é considerada uma atividade desgastante e sem prazer para os alunos por tratar-se de um grande número de termos sem uma aplicação prática para os mesmos. No entanto, a aprendizagem destes elementos e da Tabela Periódica é essencial nos programas de Química no Ensino Médio, (FRANCO-MARISCAL e CANO-IGLESIAS, 2009) os quais são frequentemente utilizados em questões presentes nos exames de vestibulares, em que a Tabela é inserida no caderno de provas, mas apenas com o símbolo dos elementos, não apresentando o seu respectivo nome.

Diante do exposto, a aprendizagem da Tabela Periódica e de seus significados é de suma importância para o entendimento do conteúdo desta ciência, nesse sentido, a utilização de jogos e atividades lúdicas em sala de aula podem agir como elementos motivadores e facilitadores do processo de ensino-aprendizagem (CUNHA, 2012).

II. METODOLOGIA

Dentro da proposta de elaboração do jogo didático semelhante ao Dominó tradicional para fixação dos elementos químicos representativos da Tabela Periódica foram confeccionadas 45 peças, utilizando o programa Microsoft Word. O material sugerido para a construção do jogo compreende: papel cartão; papel A4; tesoura; cola e plástico colante.

O jogo de dominó é bastante popular no nosso País sendo muito utilizado em brincadeiras entre adultos e crianças. Neste sentido foi criado um jogo de forma semelhante ao dominó utilizando as mesmas regras do jogo, porém com os elementos representativos da Tabela Periódica.

A confecção do jogo foi feita com o auxílio do programa Microsoft Word consistiu na construção de 45 retângulos com dimensões aproximadas de 6x3cm, os quais foram divididos ao meio contendo numa metade o símbolo de um determinado elemento e na outra metade o nome de um elemento químico diferente do símbolo. Após serem impressos foram recortados e colados em papel cartão e por fim as peças foram plastificadas.

Esta proposta foi baseada no Dominó Químico constituído de 28 peças confeccionadas com caixinhas de

fósforo que envolve elementos e símbolos aleatórios da Tabela Periódica (FIALHO, 2008).

A proposta foi utilizada voluntariamente por professores de três escolas da rede pública de ensino da cidade de Catalão (GO), com a participação de 84 alunos do 1º ano do Ensino Médio.

A efetivação do jogo consistiu na divisão de grupos contendo em média cinco integrantes, sendo as peças distribuídas aleatoriamente de modo que cada um ficasse com a mesma quantidade em mãos. Inicia o jogo o aluno de cada grupo que apresentar a peça contendo nas duas metades o símbolo do Hidrogênio (H). Em seguida, é necessário que o próximo jogador coloque a peça que corresponda aquela de início; caso não tenha, o mesmo deverá passar a vez. O grupo que descarregar todas as peças primeiro vence o jogo (Figura 1).

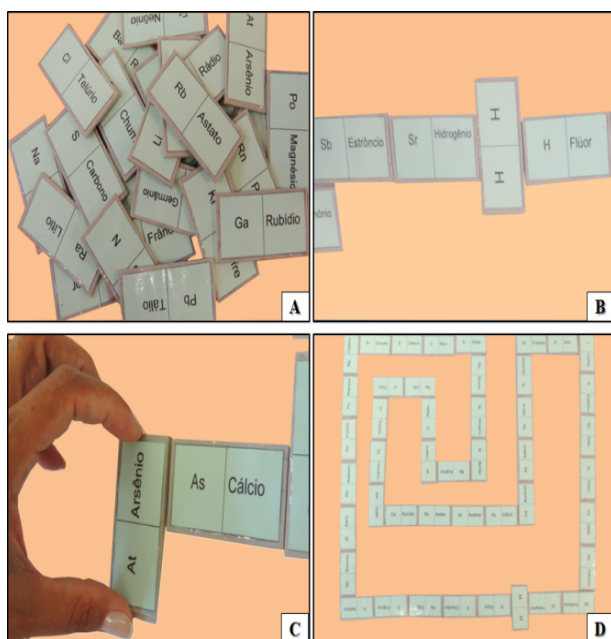


Figura 1- Montagem do jogo de dominó. A- Distribuição das peças; B- Início do jogo com a peça H-H; C- Encaixe das peças entre nome-símbolo; D- Jogo finalizado

Após a revisão de assuntos que dizem respeito aos elementos químicos representativos da Tabela Periódica, houve a apresentação do jogo como uma dinâmica alternativa e facilitadora da aprendizagem. Antes do jogo deixou-se claro que o objetivo era reconhecer o elemento químico e seu símbolo e não uma competição que incitasse qualquer rivalidade entre eles.

A avaliação final das atividades constituiu de entrevistas com professores e alunos com a finalidade de conhecer a opinião e o interesse dos mesmos na prática desenvolvida sobre o tema Tabela Periódica, além de observações diretas para verificar o comportamento, participação e o tempo que os grupos levariam para o término do jogo de maneira correta.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade foi executada por 16 grupos das três escolas visitadas, destes, 11 efetivaram o jogo com sucesso, apresentando uma média de 14 minutos para o seu término, enquanto que apenas cinco grupos não conseguiram fechá-

lo por completo, fato esse relacionado a alguns erros na relação símbolo-nome. Isso ocorreu, pois as peças para encaixe são complementares, havendo apenas uma possibilidade de junção do nome ao símbolo, e apenas um erro é suficiente para que o jogo não seja finalizado.

Segundo os professores da disciplina, a visão dos alunos quando se trata do tema Tabela Periódica tem sido, um amontoado de informações de difícil assimilação que traz uma linguagem distante da realidade desses alunos e de complexa aplicação ao cotidiano, fazendo com que os mesmos decorem a tabela apenas com o intuito de conseguir nota e passar de ano. Os relatos dos professores obtidos no presente trabalho corroboram com GODOI e COLS. (2009) que utilizaram o jogo didático nomeado de Super Trunfo da Tabela Periódica.

Como citado pelos professores, quando os alunos conseguem de fato compreender as informações contidas na tabela é visível o interesse dos mesmos, sobretudo no que diz respeito à formação dos compostos ao seu redor. Contudo, ainda foi observada a falta de interesse de alguns alunos, constituindo-se em barreira para um aprendizado significativo do conteúdo.

De acordo com os alunos, a atividade proposta foi interessante sendo um meio de associar os conteúdos vistos em sala de aula com os elementos químicos mais presentes em seus cotidianos de forma divertida e dinâmica.

A prática realizada em grupo auxiliou numa maior interação entre os alunos, permitindo que aprendam a se relacionar melhor com seus pares, a conviver com os outros e respeitar as opiniões diferentes. Com o jogo só tem uma possibilidade de encaixe, diferentemente do dominó tradicional, alguns jogadores podem passar a vez várias vezes, mas sendo uma atividade de um grupo contra outro grupo, os alunos se ajudam no encaixe das peças provocando uma forte interação entre os mesmos.

Durante o jogo percebeu-se que alguns alunos apresentaram lideranças em seus grupos, fato esse considerado como positivo podendo ser um indicativo de um maior preparo para a vida. Houve bastante conversa entre os alunos durante a dinâmica, contudo a mesma estava atrelada ao jogo, por isso, esta atitude não foi vista como fator negativo ao desenvolvimento da proposta.

Apesar de o jogo ter sido apresentado pronto para os alunos, o professor pode sugerir que os mesmos confeccionem os seus próprios jogos, o que poderá despertar o interesse pela tabela contribuindo assim positivamente para o processo de ensino e aprendizagem, além de estimular a convivência em grupo.

Desta forma, esta dinâmica é apenas o início do processo de ensino da Tabela Periódica, pois a mesma contém dados que vão além de nome e símbolo, como por exemplo: massa, o número atômico, propriedades periódicas, dentre outras. A partir do ensino dos nomes e símbolos se torna mais fácil introduzir os outros assuntos que compõem a tabela criando pontos muito favoráveis para a aprendizagem.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sala de aula não deve ser vista como um simples espaço de absorção e transferência de informações, mas um ambiente de aprendizagem e cidadania. Os jogos quando aplicados de forma correta tendem a proporcionar esta interação, o que favorece o processo de ensino-

aprendizagem. Com a utilização desse jogo, os nomes e símbolos da Tabela Periódica ficaram menos complicados para os alunos, pois estes foram tratados de forma dinâmica e interativa.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARREIRA, W. S. JR. “Química em Geral” a partir de uma Tabela Periódica no Microsoft Excel: uma Estratégia de Ensino de Química na Educação Básica. 2010. Disponível em: <<http://www.unigranrio.br/pos/stricto/mest-ensino-ciencias/publicacoesdissertacoes.html>> - Acesso em: 05/09/12
- CHRISPINO, A. O Que é Química. 3. ed. São Paulo: **Brasiliense**, 1994.
- COELHO, G.; ANDREOTTI, M. Ciências Naturais, Guia e Recursos Didáticos, Projeto Presente. 1ª Edição: **Editora Moderna**, 2002.
- CUNHA, M. B. Jogos didáticos de Química. Santa Maria: **Grafos**, 2000.
- CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.
- DALLACOSTA, A.; FERNANDES, A. M. R.; BASTOS, R. C. Desenvolvimento de um Software Educacional para o Ensino de Química Relativo à Tabela Periódica. 1998. IV Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa. Disponível em: <<http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200342412827160.PDF>> - Acesso em 05/09/12
- FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. 2008. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf> - Acesso em 01/10/12
- FRANCO-MARISCAL A.J.; CANO-IGLESIAS M. J. Soletrando o Br-As-I-L com Símbolos Químicos. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, 2009.
- GODOI, T. A. F.; OLIVEIRA, H. P. M.; CODOGNOTO, L. Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Alunos do Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 22-25, 2010.
- KRASILCHIK, M. Prática de Ensino de Biologia - 4ª ed. São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo, 2005.
- TROMBLEY, L. Mastering The Periodic Table. Maine: **Walch**, 2000.

VI. COPYRIGHT

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

VII. ANEXO

Modelo do jogo de dominó. O jogo apresentado contém 45 retângulos com nomes e símbolos o qual pode ser usado pelo professor para confeccionar seu próprio jogo didático e utilizar na sala de aula para facilitar o ensino da Tabela Periódica.

Radônio	Ba
Polônio	Rn
Magnésio	Po
Criptônio	Mg
Enxofre	Kr
Carbono	S
Boro	C
Sódio	B

Telúrio	Cl
Germânio	Te
Gálio	Ge
Rubídio	Ga
Astato	Rb
Arsênio	At
Cálcio	As
Xenônio	Ca

Bromo	Na
Nitrogênio	Br
Berílio	N
Argônio	Be
Oxigênio	Ar
Rádio	O
Lítio	Ra
Cloro	Li

Fósforo	I
Estanho	P
Índio	Sn
Césio	In
Hélio	Cs
Antimônio	He
Estrôncio	Sb
Hidrogênio	Sr

Flúor	H
Chumbo	F
Tálio	Pb
Frâncio	Tl
Neônio	Fr
Bismuto	Ne
Bário	Bi

Selênio	Xe
Silício	Se
Alumínio	Si
Potássio	Al
Iodo	K
H	H



PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO AMBIENTAL: BREVE DISCUSSÃO SOBRE O PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO CANCÃO, SERRA DO NAVIO

ERICK SILVA DOS SANTOS¹; FÁBIO XAVIER DA SILVA ARAÚJO¹; LUCIANA UCHÔA ESTEVES¹; ELIELSON BORGES DA SILVA²; FRANCISCO DE OLIVEIRA CRUZ JÚNIOR³; CAMYLA RABELO DE SOUZA⁴

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ; 2 - CENTRO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL GRAZIELA REIS DE SOUZA, AMAPÁ; 3 – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO AMAPÁ; 4 – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO AMAPÁ
ericks_santos@hotmail.com

Resumo – A instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação foi um marco na regulamentação de espaços protegidos no Brasil. Teve como objetivos centrais: evitar a fragmentação de biomas, sistemas ecológicos, extinção de espécies raras, dentre outros. Sua implantação é resultado de um amplo processo participativo da sociedade, o que culminou na promulgação de instrumentos participativos como conselhos gestores, gestão integrada, desenvolvimento com sustentabilidade. Dessa maneira, tem como objetivo fazer uma breve discussão sobre os instrumentos de participação social na gestão ambiental de UC, analisando o Parque Natural Municipal do Cancão, localizado no município de Serra do Navio, Amapá, de maneira a demonstrar sua relevância como ferramenta efetiva a proteção da biodiversidade local e construtora de um ambiente participativo e integracionista. Neste ínterim, apesar de sua relevância socioambiental, poucos são os estudos feitos na unidade, sendo que não possui conselho gestor, plano de manejo, bem como ferramentas participativas. Assim, o parque apresenta diversas ameaças a sua sustentabilidade ambiental, necessitando de participação social, integração com a comunidade local e que se institua uma gestão democrático-participativa.

Palavras-chave: Unidade de Conservação. Participação Social. Gestão Participativa.

Abstract - The institution of the National System of Protected Areas was a milestone in the regulation of protected areas in Brazil. The Snuc had as main objectives: avoid fragmentation of biomes, ecological systems, extinction of rare species, among others. Its implementation is the result of a broad participatory process of society, which culminated in the promulgation of instruments such as participatory management councils, integrated management, development and sustainability. Thus, the study aims to give a brief discussion of the instruments of social participation in environmental management of UC, analyzing the Municipal Natural Park of Cancão, in the municipality of Serra do Navio, Amapá, in order to demonstrate its relevance as a tool effective protection of local biodiversity and construction of a participatory environment and integrationist. In this sense, despite its environmental relevance, there are few studies on the unit, being that the unit does not have a management council, management plan, as well as participatory tools. Thus, the park presents several threats to environmental sustainability, requiring social participation, integration with the local community and it implements a democratic participatory management.

Keywords: Conservation Unit.. Social Participation. Participatory Management.

I. INTRODUÇÃO

As áreas protegidas são caracterizadas como espaços territorialmente demarcados cuja principal função é a preservação e/ou conservação de recursos, naturais e/ou culturais, a elas associados (MEDEIROS, 2003). Sua gestão se dá por diversos mecanismos, não obstante o principal é a participação da sociedade.

O princípio da participação está consagrado em diversas leis, documentos, declarações e convenções. No Brasil, tal princípio obteve maior relevância na Constituição Federal de 1988, através do artigo 225, haja vista que impõe ao poder público e a coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente (FIORILLO, 2002).

Há também outros mecanismos legais que explicitaram a participação da sociedade civil como o Decreto nº 99.247/90, no artigo 5º, incisos VI, VII e VIII, na qual esta deve se dar por meio de entidades de classe, de organizações não governamentais e de movimentos sociais no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o qual é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

Brauner, John e Montipó (2012) afirmam que o exercício da cidadania na forma de participação popular e a preservação do meio ambiente estão intimamente interligados, na qual o sucesso de um depende do outro; por esse motivo, as decisões relacionadas à temática ambiental jamais podem ser tomadas sem a participação popular, seja ela de forma individual, em pequenos grupos ou de seus representantes. Dessa maneira, entende-se que a participação social permitirá a atuação consciente e eficaz da sociedade, no desenvolvimento e implementação das políticas públicas direcionadas à área ambiental.

Neste ínterim, Rodrigues (2002) considera o princípio da participação como um dos postulados fundamentais do Direito Ambiental. Apesar de ser pouco aplicável e entendido por muitos, tal princípio é um dos mais eficientes mecanismos legais na defesa e construção de um meio ambiente equilibrado. Todavia, tem-se o entendimento de que seus resultados não são atingíveis a curto e médio prazo. Este apresenta ainda uma vantagem inexecedível de incidir na base dos problemas ambientais: a consciência ambiental. Dessa forma, tal instrumento dar amparo para que a sociedade seja a protagonista tanto na formulação de

políticas públicas relacionadas ao meio ambiente quanto na execução destas.

Na consecução dos objetivos de participação da sociedade na gestão ambiental de Unidades de Conservação (UC), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) através da lei 9.985/2000 (MEDEIROS; GARAY, 2006), instituiu os conselhos gestores como fórum social decisório, sendo caracterizado por ser uma instância de discussão ampliada e efetiva entre o poder público e a sociedade circundante e/ou afetada pela UC.

O Snuc, então estabelece os princípios e as diretrizes gerais que orientam a gestão de UC. Tal sistema, ainda, assegura a participação efetiva das populações locais na criação, implantação e gestão das UC, sendo encarada como elemento essencial deste complexo processo. Assim, para o cumprimento desse objetivo, as UC deverão dispor obrigatoriamente de conselhos gestores (ANDRADE, 2007).

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo fazer uma breve discussão sobre os instrumentos de participação social na gestão ambiental de UC, analisando o Parque Natural Municipal do Cancão, localizado no município de Serra do Navio, Amapá, de maneira a demonstrar sua relevância como ferramenta efetiva a proteção da biodiversidade local e construtora de um ambiente participativo e integracionista. Utilizou-se a pesquisa documental segundo Rudio (1998) em leis, programas, estudos feitos sobre o parque, registros em arquivos, uma vez que nesses se encontram as observações e experiências de pesquisas anteriores, bem como pelo fato de se ter bases conceituais que auxiliarão no início e desenvolvimento do estudo. Usou-se ainda observações *in locus*, de forma a perceber a vivência dos moradores com a UC.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO E DISCUSSÃO

1. Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Em 18 de julho de 2000 é promulgada a Lei 9.985, a qual institui o Snuc. Tal lei estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UC, isto é, tenta evitar a fragmentação de biomas, extinção de espécies raras, de maneira a conectar diversas áreas protegidas, como corredores ecológicos, reservas da biosfera e os mosaicos de unidades (BRITO, 2010). Este estabelece inúmeras categorias de UC e dois grupos: de proteção integral e de uso sustentável, de acordo com seu tipo de uso.

De acordo com Brasil (2000) a implantação do Snuc é o resultado de um amplo processo participativo da sociedade, na qual envolveu diversas camadas. Avançou na consolidação da concepção, integração e gestão das diversas categorias. Não obstante, o principal avanço foi à ampliação dos mecanismos de participação da sociedade, explicitado no artigo 5º, indicando que o Snuc deve estar vinculado a instrumentos que “assegurem a participação efetiva das populações locais na criação, implantação e gestão das UC”.

Macêdo (2008) ressalta que o Snuc deve garantir a criação de mecanismo e metodologias que permitam o envolvimento (participação) da sociedade no estabelecimento e revisão da Política Nacional de UC, de forma a buscar a cooperação e apoio de pessoas, entidades, organizações não-governamentais e privadas à gestão das UC e bom funcionamento do sistema. Essa colaboração se desenvolveria em estudos, pesquisas, fomento ao turismo

sustentado, educação ambiental, integração da comunidade a UC.

Embora o Snuc tenha despontado com algumas inovações, a lei apresentou pontos frágeis, das quais proporcionaram a geração e a manutenção de conflitos socioambientais no processo de instituição e execução dos espaços. Como exemplo, temos o adiamento ou falta de clareza no tratamento de questões centrais da administração e manejo destas áreas. Na realidade não há a indicação de operacionalidade nas questões referentes aos problemas fundiários e sociais, em particular no tocante às populações tradicionais e povos indígenas (BRITO, 2010).

A crescente demanda social pelas questões ambientais e a situação precária em que se encontravam as áreas protegidas do país, sem uma gestão efetiva/eficiente, foi de fato um impulsionador para a criação da lei do Snuc (GELUDA; YOUNG, 2003).

Assim, entende-se que as UC podem ser consideradas como uma relevante estratégia de controle do território, haja vista que estabelece limites e dinâmicas de uso e ocupação específicos. Geralmente, os critérios para seu uso e/ou ocupação estão relacionados direta ou indiretamente a valoração dos recursos naturais nela existentes, ou mesmo, pela necessidade de proteger ecossistemas, biomas e/ou espécies raras (ameaçadas de extinção) (MEDEIROS, 2006).

2. O Princípio da Participação Social

O princípio da participação social no processo de tomada de decisão se caracteriza como um fenômeno do século passado. O assunto está inserido nos debates internacionais como um instrumento capaz de dar legitimidade às decisões tomadas, assim como promover a integração da sociedade nas mais variadas vertentes (ROCHA; BURSZTYN, 2005).

Apesar de pouco conhecido e aplicável, o princípio da participação social não se configura como um instrumento legal novo, contudo como uma releitura de acontecimentos passados. Passou a significar um canal que interligava o indivíduo à sociedade. De acordo com registros, sua conceituação teria sido utilizada pela primeira vez em meados da década de 1960 como característica de processos com ampla decisão ou *advocacyplanning* (SAYAGO, 2000).

Segundo Bezerra (2005), no Brasil, a noção de participação se disseminou em diversos documentos legais, como a Carta Magna de 1988, diversas Constituições Estaduais, Leis Estaduais, Leis Orgânicas Municipais, assim como em ações e projetos variados, programas de agências de financiamento internacional, projetos de Ong, universidades, estruturas governamentais, conselhos diversos.

Na seara ambiental, o princípio da participação tornou-se um imperativo, culminando na criação de diversos conselhos que asseguravam a participação das diferentes camadas da sociedade. Dentre esses, destacam-se os conselhos gestores de UC, nos quais são legítimos fóruns decisórios que dão voz a comunidade e determinam os pontos essenciais que devem ser vistos e/ou implementados no intuito de melhorar tanto sua qualidade de vida quanto a proteção desses espaços protegidos.

Oficialmente, a participação social na criação e gestão de UC tomou ares legais com o documento “Orientações básicas para a formação dos conselhos de unidades de

conservação”, na qual ressalta que a democratização da gestão de políticas públicas, no que tange ao Snuc, é um imperativo e que tal seria concretizado por meio do conselho gestor (MMA, 2004).

Para Ferreira (2010), esse documento reflete o status de relevância que a participação social tem perante ao meio ambiente, posto que as políticas ambientais são fomentadoras de conflitos. O autor continua, afirmando que a aplicação e sucesso das ações ambientais estão diretamente condicionados com o nível de participação social tanto na sua formulação quanto execução.

Nesse sentido, Loureiro (2005), ressalta as características que o princípio da participação deve ter: advém de uma necessidade mais biológica que humana; se aprende e aperfeiçoa-se, através da promoção; tem a capacidade de resolução quanto de geração de conflitos; processo complexo de consciência crítica e obtenção de poder; tem como consequência a apropriação do meio ambiente local; e facilitada a partir da criação de mecanismos de organização e comunicação.

Dessa forma, a partir da Constituição Federal de 1988, diversos foram os avanços no campo da participação social, principalmente na gestão dos recursos ambientais. Obteve expressão mundial na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, realizada no Rio de Janeiro, onde o princípio tornou-se um princípio do Direito Ambiental, explicitado no artigo 10, a qual assegurava a participação de todos os cidadãos interessados e afirmava esse ser o melhor caminho para resolução dos problemas ambientais (BEZERRA, 2010).

3. Ecodesenvolvimento e Participação

A preocupação com o meio ambiente é motivadora de diversas teorias, leis e programas que visam criar formas de conciliação entre o crescimento desenfreado do capitalismo, a manutenção dos recursos naturais e a qualidade de vida das pessoas. Em vista disso, surgiu o ecodesenvolvimento como alternativa a esse modelo atual de relação economia-homem-meio ambiente.

Em 1973, Maurice Strong, então primeiro dirigente do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e organizador da Conferência de Estocolmo e secretário geral da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Eco 1992, lança no âmbito mundial o debate sobre o ecodesenvolvimento, o qual foi tido como uma nova alternativa de desenvolvimento que se molda as áreas rurais dos países subdesenvolvidos, na qual a utilização dos recursos naturais destes deveria ser prudente (racional), ou seja, não ocasionando desequilíbrio nos sistemas ecológicos (ORLANDO, 2010).

Ainda de acordo como o autor supracitado, as bases para a teoria do ecodesenvolvimento foi estabelecida em meados de 1970 a 1980 pelo Centro Internacional de Pesquisa sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente (CIRED), sediado em Paris, com contribuição crucial de Ignacy Sachs. Disso depreenderam-se os princípios: prudência ecológica, eficiência econômica e justiça social, os quais potencializaram o ecodesenvolvimento como uma das teorias direcionadas ao meio ambiente mais influente da época.

Segundo Leff (2009), a partir disso:

[...] *Nasciam, assim, as estratégias do ecodesenvolvimento, em meio a um campo de luta política pela definição de uma nova ordem mundial, estabelecendo limites ao crescimento e às possibilidades de novos estilos de desenvolvimento baseados no potencial ecológico de diferentes regiões, no potencial de renovação dos recursos naturais e na capacidade própria dos povos do terceiro mundo [...].*

Para Coelho (2012), o ecodesenvolvimento é a base para um desenvolvimento socioeconômico, de forma que se chegue ao objetivo do consumo em menor escala dos recursos não-renováveis e o repensamento da utilização dos recursos renováveis. A consequência dessas ações seria a sustentação de um modelo econômico que proporcione a utilização equitativa e coletiva dos recursos naturais, ensejadora de uma nova forma de integração do homem ao meio ambiente.

Dessa maneira, a teoria do ecodesenvolvimento busca justamente o equilíbrio das ações humanas com o meio ambiente. No entanto, diversas são as etapas para que se alcance o almejado, que segundo Coelho (2012) chegar-se-á a partir da observância dos princípios-chave proposto por Ignacy Sachs (1986):

- a) a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral;
- b) a elaboração de um sistema social, garantindo emprego, segurança social e respeito a outras culturas;
- c) a solidariedade com as gerações futuras;
- d) a participação da população evoluída;
- e) programas de educação;
- f) satisfação das necessidades básicas.

Considerando as UC, em especial o PNM do Cancão, observa-se que o ecodesenvolvimento seria uma das formas essenciais de integrar economia-homem-meio ambiente, posto que tal teoria busca a justiça social, o equilíbrio, a democracia, funcionando como propulsor do cumprimento de seus objetivos de proteção dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida local.

Uma das dificuldades de sobrevivência das UC é a integração da população local com seus recursos, de maneira que se estreitem as relações e crie um ambiente verdadeiramente participativo. Isso porque, apesar dos avanços das políticas ambientais com relação à participação social, os mecanismos de gestão e planejamento dessas áreas não levam em consideração os anseios sociais, de maneira que se criam obstáculos a integração da sociedade com estas.

A despeito disso, Coelho (2012), estudando algumas UC do estado do Amazonas, percebeu que grande parte dos princípios básicos propostos pelo ecodesenvolvimento, não estavam sendo observados, dos quais apenas dois estavam sendo utilizados: a solidariedade com as gerações futuras; e a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral.

Ainda ressalta o autor supracitado que com relação aos princípios restantes, a satisfação das necessidades básicas nas UC estudadas, não foram atendidas, muito em decorrência da ausência de fontes alternativas de geração de renda. Outro ponto observado pelo autor é a participação das

populações locais, a qual não era atendida de forma satisfatória (participante), isto é, os atores locais não eram criadores e executores das ações.

Destarte, o ecodesenvolvimento caracteriza-se por ser um modelo alternativo de desenvolvimento, a qual visa o planejamento e gestão participativa do meio ambiente, sendo orientado por ideias como: a manutenção da qualidade ambiental dos sistemas ecológico; promoção da autonomia das populações envolvidas e a prevalência da prudência ecológica (COELHO, 2010).

4. Gestão Participativa

Com o advento da Constituição Cidadã de 1988, a sociedade passou a ter maiores poderes, a exemplo do princípio do respeito à vontade popular. Tal vontade é manifesta pela democracia direta (participativa) ou indireta (representativa). Essas formas são apresentadas de diversas maneiras e empregadas nos mais variados institutos de participação.

Na gestão de UC, se sobressai a democracia participativa ou direta, na qual seus conselhos gestores são legalmente reconhecidos e instituídos a regulamentarem obrigações e direitos, bem como atuar na disseminação de informações, mediação de conflitos e participação nas tomadas de decisão (SANTOS, 2008).

Apesar da relevância da gestão participativa nas UC e seu reconhecimento, esta enfrenta uma série de incertezas, a qual pode fazer com que caia no descrédito ou mesmo pode ser utilizada por grupos sociais ou políticos com finalidades diversas, sobrepondo os interesses pessoais/partidários ao interesse público. Assim, seu sucesso ou fracasso se dá em função da mobilização/integração das pessoas afetadas por essas áreas, participação efetiva, desenvolvimento de projetos comuns e inclusão de processos participativos na gestão (IRVING, 2006).

Dessa forma, a participação popular na gestão das UC tornou-se não apenas um princípio norteador da política de criação, implantação, administração e desafetação dessas áreas, como também instituiu o direito subjetivo público em favor do cidadão, segundo o qual a esse deve ser garantida a possibilidade de participação efetiva nos processos decisórios que envolvam os destinos desses espaços especialmente protegidos (SANTOS, *op. cit.*).

Para o autor acima citado, tal princípio se consubstancia na busca de uma gestão integrada dessas UC com outras políticas públicas, de forma a integrar sistematicamente a gestão do território, dos recursos naturais e das opções econômicas. Ou seja, a gestão dessas áreas protegidas deve necessariamente inter-relacionar a União, os Estados, os Municípios e o Distrito Federal, de forma a buscar a integração das políticas públicas de gestão territorial, fundiária, sanitária, de acesso e uso de recursos naturais e de opções de desenvolvimento econômico.

Neste ínterim, na gestão participativa de UC destacam-se dois principais basilares: o da participação popular e da participação estatal. Esses dois devem estar integrados, de maneira que as necessidades e objetivos de preservação, conservação e recuperação dessas áreas sejam atingidos. Considera-se, então que a democracia participativa ganhou, no Direito Ambiental, balizas legais e status de princípio: o princípio participativo do direito ambiental (MACHADO, 2007).

Medaur (2008) ressalta que esse princípio do direito ambiental já está consagrado nas legislações ambientais, principalmente no Snuc, como se observa no artigo 5º, incisos II, III, IV, V e VIII (BRASIL, 2000):

II – assegurem os mecanismos e procedimentos necessários ao envolvimento da sociedade no estabelecimento e na revisão da política nacional de unidades de conservação;

III – assegurem a participação efetiva das populações locais na criação, implantação e gestão das unidades de conservação;

IV – busquem o apoio e a cooperação de organizações não-governamentais, de organizações privadas e pessoas físicas para o desenvolvimento de estudos, pesquisas científicas, práticas de educação ambiental, atividades de lazer e turismo ecológico, monitoramento, manutenção e outras atividades de gestão das unidades de conservação;

V – incentivem as populações locais e as organizações privadas a estabelecerem e administrarem unidades de conservação dentro do sistema nacional;

VIII – assegurem que o processo de criação e gestão das unidades de conservação seja feito de forma integrada com as políticas de administração de terras e águas circundantes, considerando as condições e necessidades sociais e econômicas locais.

Entende-se que a gestão participativa nas UC tornou-se não apenas uma obrigação legal, como também um dos principais instrumentos de gestão dessas áreas. Todavia, um dos grandes desafios atuais é torná-la efetivamente participativa e inclusiva nos diversos seguimentos da comunidade, os quais, de forma significativa, são afetados ou podem afetar as UC (MMA, 2004). E um dos mecanismos essenciais a se cumprir tais objetivos é o fomento a criação, implantação e fortalecimento dos conselhos gestores dessas áreas, de maneira que possam realmente fazer parte integrante e decisória nas situações que afetem essas áreas e suas vidas.

5. Conselhos Gestores

A instituição dos conselhos gestores de UC, pode-se considerar que adveio de constantes conflitos dos movimentos sociais com o poder público (principalmente, o poder legislativo). Seu marco legal de fato foi à criação do Snuc (lei 9.985/2000), todavia esta se originou a partir da interpretação de alguns princípios gerais da Constituição Federal de 1988, como o da soberania popular e o artigo 225, o qual impôs ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações e os conselhos passaram a ter *status* de *locus* da democracia participativa (SATHLER, 2005).

Independentemente do avanço de se incorporar a participação da sociedade na implementação das políticas ambientais e, em especial, na gestão de UC, é importante registrar que tanto a lei 9.985/2000 como o Decreto 4.340/2002, que regulamenta a lei, falam superficialmente de normas e diretrizes relacionadas à democratização dos procedimentos de criação de áreas protegidas. Isso faz com que gestores (as) de UC tenham diferenciados entendimentos e práticas no que diz respeito à implantação e ao funcionamento dos conselhos (SANTOS, 2008).

Para Sathler (*op. cit.*) as UC possuem dois tipos de conselhos gestores: o consultivo e o deliberativo. O primeiro

se encerra na consulta, no aconselhamento, na coleta de opinião dos conselheiros sobre determinado assunto ou questão, não vinculando o órgão ao qual o conselho está ligado na opinião obtida. Em contrapartida, o segundo vincula suas decisões ao órgão a que está ligado.

De acordo com o documento “Gestão Participativa do Snuc”, as atividades para criação desses colegiados têm geralmente se constituído em processos restritos a poucas entidades, sendo comum que os convites para participação sejam direcionados prioritariamente a órgãos públicos e Ong ambientalistas, cabendo à participação de outras organizações sociais apenas à imposição legal de paridade entre representantes de entidades públicas e da sociedade civil. Mesmo assim, nota-se a tendência para se convidar entidades que representem os interesses empresariais e de segmentos urbanos, em detrimento das formas de organização de moradores e dos produtores mais diretamente relacionados à UC (SANTOS, 2008).

Apesar de não haver um número pré-estabelecido de conselheiros, deverá se buscar um equilíbrio entre governabilidade e legitimidade. Esclarece que o número de representantes e interesses representados no conselho não poderá ser tão pequeno que não reflita a realidade social e política do território onde a UC se insere, e nem tão grande que inviabilize a tomada de decisões pelo conselho (MMA, 2004).

Tal situação de ambiguidade faz com que, em geral, isso seja entendido e tratado de acordo com o perfil técnico, político ou ideológico dos funcionários mais diretamente envolvidos pela condução dos assuntos relacionados à gestão participativa das unidades, ou deles eventualmente encarregados. Como consequência, temos comumente observado a frustração quanto às expectativas de segmentos da sociedade envolvidos com os conselhos das UC, o que não invalida a conquista do instrumento, como possibilidade de ampliação dos procedimentos democráticos na sociedade brasileira (SANTOS, *op. cit.*).

Um dos pontos que requer preocupação na gestão ambiental de áreas protegidas é o fato de um percentual elevado de UC no Brasil, e principalmente na Amazônia, não apresentarem conselhos gestores. O PNM do Cancão, apesar de ter sido criado em 2007 (logo, possui mais de 5 anos), é exemplo negativo dessa estatística.

6. Parque Natural Municipal (PNM) do Cancão

O município de Serra do Navio está localizado na região central do Estado do Amapá (Figura 1), cujos limites são: a sul, município de Pedra Branca do Amapari; a norte: município de Oiapoque; a leste, municípios de Calçoene, Pracuúba e Ferreira Gomes; e a oeste com o município de Pedra Branca do Amapari.



Figura 1- Mapa de localização do município de Serra do Navio, estado do Amapá. Fonte: IBGE (2013).

Serra do Navio apresenta área territorial de 7.757 km². Em 2007, sua população era de 3.982 habitantes (IBGE, 2013), resultando em densidade demográfica de 0,51hab./km².

De acordo com Silva (2007) o município possui uma fisiografia de conjuntura geomorfológica caracterizada por relevos colinos e tem a contribuição integral da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. Apresenta ainda quatro rios: Anacuí (77,5 km de extensão), Mururé (102,5 km), Amapari (202,5 km) e Araguari (210 km). Há o predomínio de floresta densa de terra firme. Destaca-se por ser o início do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, como também por abrigar o PNM do Cancão.

O PNM do Cancão está localizado na parte sul do município de Serra do Navio, próximo a sede administrativa do município (centro urbano), tendo cerca de 370,26 hectares e seus limites são: Ramal velho da Colônia, Ramal da Pedra Preta, margens do rio Amapari, Ramal novo da Colônia e o Ramal de acesso a sede da cidade (AMAPÁ, 2012).

A UC foi criada em 2007 pelo Decreto Municipal nº 85, com objetivos de preservar a diversidade ecológica da cidade e se tornar mais um local de interação sociocultural para a região (ALBERTO, 2010). O estudo técnico desenvolvido para sua criação foi a Avaliação Ecológica Rápida (AER), cujos participantes foram técnicos da Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Amapá (SEMA/AP), Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (IEPA) e Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) de Serra do Navio no período de 22 a 23 de julho de 2007 (AMAPÁ, 2012), o que demonstra a necessidade tanto de conhecimentos científicos quanto da disseminação de informações sobre a UC.

Nesse sentido, observa-se que o PNM do Cancão necessita de estudos mais específicos, bem como da elaboração do seu plano de manejo. Tal situação reflete a inobservância do artigo 22º da lei 9.985/2000, que diz:

§ 2º *A criação de uma unidade de conservação deve ser precedida de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade, conforme se dispuser em regulamento.*

Pelo fato de ser um parque, não permite pessoas no seu interior, bem como na sua zona de amortecimento. Contudo, a UC tem uma comunidade que vive dentro e no seu entorno com diversos problemas socioeconômicos e ambientais como, por exemplo, condições precárias de saneamento básico (como a ligação clandestina de galerias de águas pluviais e o lançamento *in natura* a céu aberto para lançar seu esgoto doméstico), deficiente água tratada, problemas habitacionais e de coleta de lixo. Tal situação ameaça a sustentabilidade do parque, na medida em que está em curso uma intensa pressão antrópica desordenada sobre este, gerada a partir da vinda de diversas famílias carentes, práticas ilegais de caça, pesca e turismo, e também o fato de haver pouca integração dos moradores com a UC.

Um dos pontos cruciais nessa situação é o fato de não haver conselho gestor, ou seja, mecanismos de participação na gestão ambiental da área. Destarte, aumenta-se a preocupação por parte do poder público com a sustentabilidade do parque, visto que pode haver a utilização dos recursos naturais deste sem o devido manejo. Isso demonstra que o poder público municipal não atentou para o artigo 17º, § 6º, do decreto 4.340/2002, que institui o conselho gestor municipal como obrigatório para UC municipais, como indicado abaixo:

§ 6º *No caso de unidade de conservação municipal, o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, ou órgão equivalente, cuja composição obedeça ao disposto neste artigo, e com competências que incluam aquelas especificadas no art. 20 deste Decreto, pode ser designado como conselho da unidade de conservação (BRASIL, 2002).*

Outro ponto verificado é a não observação à lei 9.985/2000, expressa pelo artigo 5º, sendo que o gestor municipal do parque não proporciona instrumentos, tão pouco procedimentos, que envolvam a população local na gestão da UC. Há também a inobservância da participação efetiva da população local na sua criação e implantação, posto que não houve integração total entre os atores (poder público e população), refletido nas insuficientes audiências públicas.

Isso reflete uma característica negativa das UC do estado do Amapá: falta de participação efetiva da população local na criação, localização, delimitação, dimensão, indo de encontro com o que preconiza os artigos 2º, 3º, 4º e 5º do decreto 4.340/2002 (o que regulamenta o Snuc). Como exemplo, temos a recente decisão da Justiça Federal (13/05/2013) a cerca do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, ao qual se questionou os marcos legais de criação da UC, a efetiva participação da população local afetada, dentre outros. Assim, o Juiz decidiu que deverá ser refeito as audiências públicas, sendo que estas necessariamente terão que discutir a categoria de UC que mais se enquadra as condições locais, bem como suas implicações na vida local, dos quais devem ser feitas em uma linguagem clara, inteligível e acessível à população afetada. Com isso, as novas audiências públicas deverão iniciar em setembro de 2013 (AÇÃO POPULAR, 2013).

Neste íterim, observa-se que o princípio da participação social não é apenas mera formalidade legal, e

sim se constitui como um dos instrumentos essenciais na criação, implantação e gestão de UC. Todavia, um dos grandes desafios atuais é torná-la efetivamente participativa e inclusiva nos diversos seguimentos da comunidade, os quais, de forma significativa, são afetados ou podem afetar as UC (MMA, 2004).

Destarte, torna-se imperativo a criação de instrumentos capazes de integrar a comunidade ao parque, de maneira que essas pessoas possam ser parte da UC, e não potenciais degradadoras. Neste íterim, a implementação do conselho gestor da área é essencial na mudança de postura das pessoas, nas quais estas passem a entender a UC como algo benéfico, que trará melhoria a sua qualidade de vida.

Dessa maneira, entende-se que a participação da comunidade local na gestão ambiental do PNM do Cancão é essencial tanto na sustentabilidade da UC quanto na minimização de conflitos socioambientais na área. Desse modo, a criação do conselho gestor da UC será esse fórum decisório que dará as pessoas o papel de protagonista, de forma a decidirem as melhores alternativas de sua gestão.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PNM do Cancão necessita criar seu conselho gestor, integrar a comunidade a UC, visto que sofre com a falta de participação efetiva da sociedade na gestão ambiental da área, corpo técnico e efetivo humano insuficientes a demanda do parque e infraestruturais administrativa e logística precárias, o que compromete a sua sustentabilidade.

O conselho gestor é um dos instrumentos mais eficazes a participação da comunidade local, ou seja, consolidador de uma gestão democrático-participativa, servindo como fórum decisório integrador. Não obstante, deve-se ter cuidado para que este organismo legal não se transforme em mera formalidade administrativa, não corroborando para a discussão dos pontos adstritos a UC, as tomadas de decisões participativas, assim como os possíveis impactos dessas ações na vida da população local.

A criação de unidades de conservação deve ter como foco principal a proteção dos recursos naturais, de forma a proporcionar, tanto a sociedade influenciada diretamente por esta quanto à sociedade em geral, uma melhor qualidade de vida e o fomento a criação de ambientes inclusivos, participativos e integracionistas.

A participação social além de ser uma previsão legal, é um dos mais importantes instrumentos na manutenção/proteção do meio ambiente, assim como do sucesso das áreas protegidas do Brasil.

Deve ser feitos estudos específicos no parque como o plano de manejo e plano de gestão, nos quais possam identificar suas principais espécies da fauna e flora, possíveis áreas degradadas, o potencial para o ecoturismo e dificuldades em geral.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÇÃO POPULAR. PROCESSO Nº 2003.31.00.000380-0. **JUSTIÇA FEDERAL- SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO AMAPÁ – 2ª VARA**, 2013.
ALBERTO, D. P. S. **Políticas públicas, turismo e Unidades de Conservação Municipais: uma experiência em Cancão, Serra do Navio, Amapá**. 2010. 174 f. Dissertação (Mestrado

- em Planejamento do Desenvolvimento) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- AMAPÁ. Governo do Amapá e Prefeitura de Serra do Navio recebeu bens da ICOMI. Disponível em: <<http://www.amapa.net/?index.php>>. Acesso em: 15 out. 2012.
- ANDRADE, J. T.; VIANA, D. P. C.; MEDEIROS, R. Grau de Difusão da Gestão Participativa em Unidades de Conservação no Rio de Janeiro, **Anais V Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Foz do Iguaçu, 2007.
- BEZERRA, J. C. P. **Direito e Etnoconservação: estudo da participação na gestão ambiental da RDS estadual Ponta do Tubarão-RN**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.
- BEZERRA, M. O. **Práticas participativas, formas de ação coletiva e trajetórias políticas**. Montevideu: VI Reunião de Antropologia do Mercosul, 2005.
- BRASIL. Decreto nº 4.340 de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2013.
- BRASIL. Lei nº 9.985 de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2013.
- BRAUNER, M. C. C.; JOHN, N. S.; MONTIPÓ, C. D. A inserção da tutela ambiental no ordenamento jurídico e o efetivo exercício da cidadania na proteção do meio ambiente. **Revista Ambiente, políticas públicas e jurisdição**, p. 97-114, 2012.
- BRITO, D. C. **Conflitos socioambientais na gestão de unidades de conservação: o caso da Reserva Biológica do Lago Piratuba/AP**. 2010. 375 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UFPA, Belém.
- COELHO, A. A. **Terceirização e participação na gestão em unidades de conservação estaduais do Amazonas**. 2012. 167 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2012.
- FERREIRA, H. C. H. **A dinâmica da participação na construção de territórios sociais e do patrimônio ambiental da Ilha Grande-RJ**. 2010. 270 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.
- FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2002, pp. 321-337.
- GELUDA, L.; YOUNG, C. E. F. **Financiando o Éden: Potencial econômico e limitações da compensação ambiental prevista na Lei do Sistema de Unidades de Conservação da Natureza**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- IBGE Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso: 20 jul. 2013.
- IRVING, M. A [org.]. **Áreas Protegidas e Inclusão Social: Construindo Novos Significados**. Rio de Janeiro: Fundação Bio-Rio: Núcleo de Produção Editorial Aquarius. 2006.
- LEFF, Enrique. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- LOUREIRO, Carlos Frederico B. et al. **Educação ambiental e gestão participativa em Unidades de Conservação**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBAMA, 2005.
- MACÊDO, J. A. C. **Avaliação da gestão participativa dos parques estaduais da Bahia**. 188 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)- Universidade de Brasília. Brasília, 2008.
- MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros. 2007;
- MEDAUAR, O. Organizadora. **Coletânea de Legislação de Direito Ambiental e Constituição Federal**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais. 2008.
- MEDEIROS, R. **A Proteção da natureza – das estratégias internacionais e nacionais às demandas locais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. PPG. 391p. Tese (Doutorado em Geografia), UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.
- _____. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Revista Ambiente e Sociedade**, vol IX, no1, jan/jun2006, p.41-64, 2006.
- MEDEIROS, R.; GARAY, I. Singularidades do sistema de áreas protegidas no Brasil e sua importância para a conservação da biodiversidade e o uso sustentável de seus componentes. In: GARAY, Irene Gonzalez; BECKER, Bertha (Orgs.). **Dimensões humanas da biodiversidade**. Ed Vozes, p. 159-184, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Orientações básicas para a formação dos conselhos de unidades de conservação**. Brasília: 2004.
- ORLANDO, R. S. **Gestão compartilhada em áreas de proteção ambiental: a experiência dos conselhos gestores das APAS Cabreúva, Cajamar e Jundiá-SP**. 2010. 247 f. Tese (Doutorado em Sociologia)- Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2010.
- ROCHA, J. D.; BURSZTYN, M. A. A importância da participação social na sustentabilidade do desenvolvimento local. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 7, n. 11, Set., 2005.
- RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Instituições de Direito Ambiental**. Vol. 1 (Parte Geral). São Paulo: Max Limonad, 2002.
- RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 23ª ed. Petrópolis: Vozes, 1986.
- SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.
- SANTOS, A. A. B. 2008. **Conselhos gestores de Unidades de Conservação**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Faculdade de Tecnologia, UnB, Brasília. 199 p.
- SATHLER, E. B. **Conselhos de Unidades de Conservação: entre o consultivismo e o deliberalismo na gestão participativa de áreas naturais protegidas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Sociologia e Direito) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- SAYAGO, D. A. V. **A invenção burocrática da participação: Discursos e Práticas no Ceará**. Tese de Doutorado- Universidade de Brasília. Brasília, 2000.
- SILVA, J. S. (Org.). **Plano de desenvolvimento rural sustentável da Serra do Navio**. Projeto Perimetral Norte/Seaf/GTZ. Macapá (mimeo), 2007.

V. COPYRIGHT

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



UMA ANÁLISE CRÍTICA DA TEORIA DA COMPLEXIDADE NA COMUNIDADE CIENTÍFICA BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO

RICARDO ARAUJO DE SOUZA
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
araujo.souza@gmail.com

Resumo - Tradicionalmente as ciências sociais norteiam seus métodos científicos de acordo com a metodologia das ciências clássicas, como por exemplo, a Física. Este alinhamento inicialmente defendido por Comte e Durkheim, por uma Física Social, evoluiu no decorrer da história das teorias administrativas para uma matriz teórica técnica com expoente no paradigma Funcionalista. Porém as incongruências entre a metodologia científica das ciências físicas com as metodologias das ciências sociais tornaram-se alvo dos pensadores críticos que destacaram o dinamismo como regra nas relações humanas e não a exceção. Para os críticos as relações e interações humanas são um objeto de estudo multidisciplinar impossível de ser reduzido a instâncias empíricas “cartesianas” utilizadas pela metodologia tradicional. Esta nova percepção é abordada por uma série de novas teorias e paradigmas críticos e humanistas nas ciências sociais, dentre estas a Teoria da Complexidade, com expoente em Edgar Morin. Para a Teoria da Complexidade questões como ética, humanismo e visão holística são concepções que saem do pedestal metafísico e entram na arena das teorias. Com estas qualidades era de se esperar o florescimento da Teoria da Complexidade no campo social, em especial na Administração, que é multidisciplinar e complexa por natureza. Porém através da análise de um levantamento bibliométrico dos encontros da EnANPAD no período de 2002 à 2012, o artigo corrobora uma tendência contrária para a Teoria da Complexidade na comunidade científica nacional de Administração. E a partir desta informação, o artigo evolui para uma análise dos dados levantados, das barreiras encontradas e dos caminhos metodológicos para a Teoria da Complexidade.

Palavras-chave: Teoria da Complexidade de Edgar Morin. Auto-eco-Organização. Dialogismo. Hologramática. Movimento Browniano. Estudos Organizacionais. Transdisciplinaridade Arena de Teorias de Thomas Kuhn. Jogo da Vida de Conway.

I. INTRODUÇÃO

A Teoria da Complexidade de Edgar Morin é vista pelos críticos como um conjunto de aforismos ou mesmo um modismo fadado ao declínio (ROSSER, 2003), porém em sua defesa, mesmo que realmente rica em neologismos, a teoria está fundamentada em fatos científicos recentes, como a crescente percepção de não linearidade dos fenômenos naturais. Dentre estes fenômenos não lineares destacam-se particularmente três: o primeiro são as características fractais da natureza. Mandelbrot (1968) evidenciou matematicamente que vivemos em uma natureza de infinitas dimensões que segue um padrão geométrico de similaridade fractal, seja no desenho dos rios, dos vasos sanguíneos das criaturas ou no formato das árvores e relâmpagos. O segundo fenômeno de destaque são os caóticos, onde pequenas alterações nas variáveis ou

condições iniciais podem criar resultados inesperados e completamente deslocados da média normal. E em terceiro temos os fenômenos emergenciais, que seriam as características *autopoieticas* de seres vivos ou inanimados de criar estruturas dinâmicas auto-organizadas. As figuras formadas por cardumes e bandos de aves em voo e os padrões na areia de uma praia são bons exemplos de fenômenos emergenciais. Na matemática os *Atratores Estranhos* de Lorenz e a *Equação Logística* demonstram uma característica importante destes três fenômenos: a interdependência. Esta interdependência pode ser visualizada nos gráficos da *Equação Logística* que mostram à medida que as interações aumentam exponencialmente que novos *atratores fractalmente* similares emergem de forma auto-organizada dentro do escopo não determinado e caótico dos resultados.

Com as evidências de uma realidade *não-linear*, o caminho escolhido por Morin (2007) é o mesmo de outros pensadores, ele bebe na fonte da Física, mas desta vez não da Física Clássica, Cartesiana e Newtoniana como fez Durkheim com sua Física Social e sim na nova fonte: a Física de Partículas, “*Heisenberguiana*”, paradoxal e inexplicável para os padrões lógicos clássicos e também nos estudos das “*Estruturas Dissipativas* e de Irreversibilidade” do Nobel em Química Ilya Prigogine (1996). É na fonte da Física Quântica, que diz que uma partícula pode ser ao mesmo tempo tanto uma onda como uma partícula e na fonte da Química Moderna que afirma que as reações químicas longe do equilíbrio criam na linha do tempo bifurcações irreversíveis, auto-organizadas e indeterminadas que Morin fundamenta seus conceitos inovadores e polêmicos.

Para Morin (2007) o mundo é um tecido, o *complexus*, onde nós somos a consciência desta complexidade, e um dos pilares de sua teoria é a afirmação de que vivemos em uma estrutura “*hologramática*”, onde as partes conteriam mais informações que o todo, mas estas partes não estariam segregadas deste todo, o que inviabilizaria sua análise isolada, como o Cartesianismo preconiza. Este conceito evolui para um “*holismo*” que foge completamente ao racionalismo, ao afirmar que nesta relação *hologramática* de parte e todo, o todo também obtém características específicas ao se tornar mais que o conjunto da soma das partes. É neste momento que utiliza o clássico exemplo do tecido, onde cada linha possui sua cor específica, mas ao ser entrelaçado com outras linhas de outras cores o tecido como um todo passa a ser outra “*entidade*” maior que a soma de todas as linhas.

É nesse ponto que se percebe a flexibilidade da Teoria da Complexidade para o campo da Gestão: não é difícil então perceber que uma organização é uma estrutura complexa, pois suas partes (as pessoas) são maiores que o todo (a organização) e que a organização possui uma nova dimensão considerando-se a visão holística das partes atuando em conjunto. Outro pilar da Teoria é o *dialogismo*, pois é através deste que se estabelecem as relações e interações recursivas entre opostos, ao contrário do que ocorre no embate dialético, onde uma perspectiva sobrepõe à outra. Percebe-se então um constante entrelaçamento no tecido complexo, baseado em relações dialógicas recursivas onde não existe, por exemplo, o oprimido e o opressor, o bem e o mal, o feminino ou o masculino, mas graus de interação entre uma diversidade de valores antagonísticos que se complementam. Para a Administração o *dialogismo* é aplicável, por exemplo, no entendimento interpretativo e teórico das relações políticas e de poder inerentes em todas as organizações, relações estas sempre cobertas de interações pouco claras entre opostos, mas que forma na prática uma complementaridade recursiva de interesses comuns.

Neste choque revisionista a Teoria da Complexidade se contrapõe também ao perfil legislador da Ciência Tradicional, que se diz capaz de entender todas as regras ou “leis” de funcionamento do grande relógio que é o Universo. Esta visão legisladora tradicional entra em choque com a visão *Auto-Eco-Organizadora* de mundo da Teoria da Complexidade. Segundo a Teoria da Complexidade a *Auto-Eco-Organização* faz parte da propriedade existencial do tecido complexo, pois as estruturas contidas neste tecido se *auto-organizam* dentro de uma teia sustentável e reciclável (ecológica) criando novas dimensões, novos mundos, seja entre células, ou entre moléculas, ou entre pessoas de uma empresa. Isto ocorre, pois as relações dialógicas recursivas de colaboração e competição entre as entidades geram espontaneamente padrões *auto-organizados*. Esta é uma tensão natural, que inviabiliza o conhecimento de todas as leis, pois novas leis (e realidades) se formam a cada instante. A ressalva é que esta constante criação de novas leis, organizações e mundos, seguem *normatizados* dentro de um fluxo e de um contexto *Teleológico*, que não as tiram da sincronia do tecido complexo a que pertencem.

É neste contexto que Morin (2000) descreve então a Consciência ou Inteligência da Complexidade, que é em suma uma abordagem teórica criada para opor a ausência do humano ou do sujeito no processo científico tradicional. Esta ausência do humano na Ciência Tradicional tem origem em Descartes que é o primeiro a “*epistemizar*” a Ciência, a “*geografizando*” ao universo do “*res extensa*”, ou seja, dos problemas relacionados aos objetos. Em contrapartida os problemas relacionados ao sujeito, pertenceriam ao “*ego cogitans*”, que abrangeria os problemas do homem e da alma, que eram na época de Descartes de preocupação essencialmente religiosa. Logo a Ciência evolui dentro do dogma do “*res-extensa*” Descartiano, sem uma alma ou um sujeito dentro de sua metodologia, e para Morin a ciência se torna com esta característica uma gigantesca instituição\organização sociopata por ser essencialmente “*a-humana*”, “*a-moral*” e consequentemente “*a-ética*”, simplesmente por descartar completamente o sujeito (o humano) de seu universo de análise. O ápice crítico desta situação ocorre com a abertura da caixa de Pandora

representada pela aliança entre a Ciência e os interesses imperialistas dos governos no período da Segunda Grande Guerra Mundial. São muitos os exemplos do resultado desta aliança “*a-moral*” entre ciência e interesses totalitaristas na história recente e no passado, porém é emblemático o sofrimento humano causado pelas explosões das bombas nucleares de Hiroshima e Nagasaki e na operacionalização sistemática dos horrores “indizíveis e abomináveis” do Holocausto.

Morin e Le Moigne (2000) fazem então uma defesa por uma nova ética, fundamentada em uma ciência com consciência (*cum scientia*) onde o sujeito ou a inteligência da complexidade não está separada ou ausente do objeto analisado dentro do processo científico. Esta visão da inteligência participante no processo científico abre precedente para utilizar a Teoria da Complexidade em estudos atuais, fundamentais e relevantes na Administração como: Ética, Sustentabilidade e Diversidade nas organizações.

Todas estas características tornam a Teoria da Complexidade adequada aos mais diversos ramos dos estudos organizacionais, porém percebem-se duas barreiras: a primeira é que a própria Teoria é dialógica, pois é repleta de relações recursivas entres seus aforismos e neologismos, em um ciclo contínuo de criação e destruição de conceitos, o que a torna difícil de entendê-la e aplicá-la e a segunda barreira é a sua característica oposicionista em relação às teorias do “*establishment*” cultural e político da comunidade científica de Ciências Sociais, em especial na Administração onde as teorias de vertente Funcionalistas são as principais referências.

II. PROCEDIMENTOS - ASCENSÃO E QUEDA DE UMA TEORIA

Segundo Thomas Kuhn (1970) as teorias científicas evoluem a partir do esgotamento paradigmático. Apesar de ter apresentado muitas definições e revisões do conceito de paradigma, podemos assumir o paradigma como o conjunto de teorias aceitas e vigentes por uma determinada comunidade científica. Por exemplo, em Finanças que é um campo específico da Administração, existe um paradigma vigente que é a Hipótese da Eficiência de Mercado de Eugene Fama, porém uma série de pesquisas tem identificado anomalias em relação a esta hipótese, que minam o paradigma vigente abrindo precedente para novos paradigmas surgirem dentro do campo ou da arena de atuação do Paradigma vigente. No caso específico de Finanças, abre-se o precedente para as Teorias relacionadas com Finanças Comportamentais e mesmo para paradigmas periféricos como o de Mercados Fractais e Caóticos.

Neste sentido a Teoria da Complexidade na visão de Thomas Kuhn pode ser classificada como ciência extraordinária, que traz um conjunto de teorias que ainda não pertencem ao “*mainstream*” dentro de um grupo científico. No caso da Administração temos o paradigma funcionalista como o vigente dentro da comunidade científica nacional e internacional, e para os cientistas que estão produzindo dentro do paradigma vigente, diz-se que estão atuando na Ciência Normal. Caso um dia a Teoria da Complexidade assuma a preferência da maioria dos cientistas de uma comunidade, teríamos então uma revolução científica e caso se estabelecesse, esta se tornaria então o novo paradigma vigente. Porém o cenário é outro, e

percebe-se que na comunidade científica nacional de Administração representada pelos Encontros da ANPAD (EnANPAD), a Teoria da Complexidade se classifica sim como Ciência Extraordinária, porém com uma tendência de declínio. Esta queda no interesse pela teoria é corroborada pelo levantamento *bibliométrico* abaixo, que foi realizado nas publicações da EnANPAD:

Ano	"Teoria da Complexidade" "Complexity Theory"	%	Redes Sociais	%	Complexidade	%	Total de Artigos Aprovados
2002	4	0,72%	9	1,62%	196	35,38%	554
2003	1	0,23%	8	1,86%	151	35,12%	430
2004	2	0,25%	15	1,88%	317	39,67%	799
2005	3	0,38%	31	3,92%	278	35,15%	791
2006	5	0,60%	32	3,83%	338	40,43%	836
2007	5	0,51%	40	4,11%	406	41,73%	973
2008	8	0,80%	56	5,59%	407	40,66%	1001
2009	6	0,66%	53	5,85%	343	37,86%	906
2010	7	0,83%	61	7,24%	337	40,02%	842
2011	7	0,81%	75	8,64%	331	38,13%	868
2012	3	0,35%	79	9,11%	282	32,53%	867

Figura 1 – Quadro com os resultados do levantamento Bibliométrico

Os dados da Figura 1 são o resultado de uma busca por palavras chaves nos artigos aprovados e publicados na EnANPAD entre 2002 e 2012. As palavras chaves utilizadas na busca foram:

1. "Teoria da Complexidade" ou "Complexity Theory";
2. "Redes Sociais";
3. "Complexidade".

O objetivo da busca (1) era retornar todas as referências feitas à Teoria da Complexidade em português ou em inglês entre 2002 e 2012. As buscas (2) e (3) tem o mesmo objetivo da busca (1), porém retornando resultados referentes às palavras chaves (2) "Redes Sociais" e (3) "complexidade". (As aspas duplas no sistema de busca utilizado, que foi o *Mendeley Desktop*, informam a ferramenta de pesquisa que só devem ser trazidas referências exatamente iguais a que está dentro das aspas).

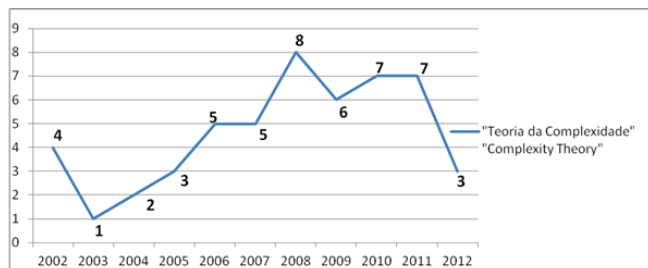


Figura 2 – Número de Referências a Teoria da Complexidade em português e inglês entre 2002 e 2012

Os dados mostram uma clara queda no interesse da comunidade científica em 2012 em relação à Teoria da Complexidade (Figura 2). Não é possível corroborar se é um declínio na Teoria, mas evidencia particularmente que em 2012 o interesse na Teoria da Complexidade foi o menor dos últimos oito anos de publicações da EnANPAD, definitivamente um sinal de alerta para os defensores da teoria na comunidade científica nacional. A pesquisa com a palavra chave "Redes sociais" foi realizada para verificar se a comunidade científica está aumentando esforços de pesquisa para outro tema de maior interesse. Os dados da Figura 3 corroboram para uma tendência de crescimento

anual em torno de 1% por ano no interesse da comunidade científica no tema Redes Sociais, ou seja, a possibilidade de que outro tema possa estar despertando maior atenção da comunidade científica também é uma hipótese plausível.

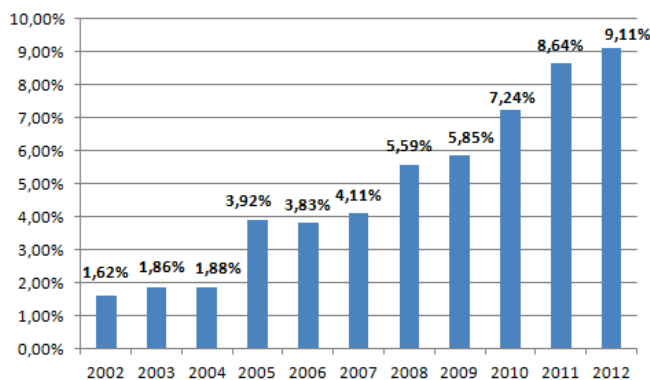


Figura 3 – Número de Referências a palavra chave "Redes Sociais" em entre 2002 e 2012

A busca pela palavra chave "complexidade" mostra que independente da Teoria da Complexidade estar em uma possível baixa, a comunidade científica faz uma alta referência à palavra complexidade em seus artigos nos últimos 10 anos, o que sinaliza uma possível falta de conhecimento em relação à Teoria da Complexidade e mesmo o uso de outras teorias para guiar as pesquisas. Entre 2002 e 2012 a média de ocorrências da palavra complexidade foi igual a 37,88%, pode-se então estimar que para um evento científico da EnANPAD onde, por exemplo, mil artigos foram aceitos para o Congresso, que em média *aproximadamente* quatrocentos destes artigos terão a palavra complexidade presentes. Esta média alta sinaliza a percepção dos pesquisadores de Administração que os problemas e temas estudados na Área se encontram dentro de situações ou cenários complexos. Isto pode ser entendido como algo positivo para a Teoria da Complexidade dentro do campo da Gestão Nacional, já que conforme exposto mostra que pode existir espaço para crescimento.

Outro ponto de atenção para o baixo interesse percebido em 2012, é que conforme defendido por Kuhn (1970) o ambiente de disputas das Teorias é em parte político e para o posicionamento de um conjunto de teorias se tornarem vigentes em uma comunidade científica (paradigma) não depende somente da validade técnico-científicas das novas propostas que um conjunto de teorias traz, mas também do ambiente político, cultural e social. E este pode ser o ponto da Teoria da Complexidade, pois conforme Kuhn a aceitação de uma teoria não depende somente de sua racionalidade, mas principalmente da aceitação da comunidade e esta aceitação pode estar em baixa histórica em 2012, o que pode indicar para um possível declínio da Teoria da Complexidade de Morin na comunidade científica de Administração Nacional.

III. NATUREZA COMPLEXA DA ADMINISTRAÇÃO E A ANÁLISE DO RESULTADO DA PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

Os dados mostram que apesar da baixa no interesse na Teoria da Complexidade em 2012, a palavra chave complexidade está presente em um número considerável de artigos publicados pela comunidade científica nacional, isto

pela natureza da própria Administração, que é a arte de gerir da melhor maneira possível recursos e entre estes recursos, está à gestão do humano, que segundo Morin (1985) é o mesmo que lidar com outra abstração que chama de *hiper-complexo*, ou uma camada acima da complexidade, a consciência no tecido complexo. Corroborando com a Teoria da Complexidade que afirma que não se pode reduzir ou simplificar um problema de maneira cartesiana para entendê-lo e resolvê-lo, a Administração tem se deparado cada vez mais com tais tipos de problemas que à medida que a sociedade e suas organizações ficam “mais” conectadas e integradas, exigem novas óticas e soluções.

Percebe-se a presença de problemas de ordem complexa na Gestão nos seus mais variados campos de atuação, por exemplo:

1. Em Finanças, as flutuações e o comportamento do mercado de ações possuem similaridades fractais e caóticas entre o histórico de preços de uma ação no período de uma hora comparado com o histórico do dia, do mês e do ano (YALE UNIVERSITY, 2013)
2. Em Marketing, a complexidade está presente na maneira pela qual uma mensagem ou promoção são escaladas exponencialmente e a um baixo custo através de recursos complexos e pouco entendidos como o da divulgação viral nos canais digitais.
3. Tanto na estratégia como na tomada de decisão a complexidade emerge nas incertezas de planejamento, que exigem da alta e média gestão uma grande sintonia fina com os sinais emitidos pelos mais diversos ambientes e ecossistemas que uma organização interage.
4. A inovação que é peça chave dos ciclos de negócio das organizações, também se depara de frente com questões complexas, pois a inovação agora transcende as limitações da organização e passa a ser parte de um processo aberto, em rede e compartilhado (OECD, 2005).
5. A estrutura organizacional está sujeita a influências externas de gestão que desafiam a tradição hierarquizada por novas opções horizontais, descentralizadas e em rede, com um alto fluxo de troca de informações e geração de conhecimento (MORGAN, 1996). A comunidade científica nacional como foi evidenciado pelos dados estão a cada ano que passa cada vez mais interessados em saber como as organizações, negócios e empresas lidam com as redes sociais, este tema por si só é um assunto de natureza complexa, pois as redes de relações sejam reais ou virtuais são abstrações de um processo de comunicação humano, que infere todas as relações dialógicas defendidas pela Teoria da Complexidade.

Esta abundância de oportunidades de pesquisa onde a Teoria da Complexidade pode ser aplicada no campo da Administração traz novamente o questionamento sobre o motivo do baixo sucesso histórico desta Teoria em um meio tão fértil para problemas de características complexas. Talvez o campo seja rico em problemas complexos, mas a comunidade científica esteja direcionando os seus esforços para problemas de pesquisa de ordem linear e dentro de uma

linha metodológica quantitativa e funcionalista clássica. Não é possível corroborar esta afirmação, porém chama atenção nos resultados do levantamento *bibliométrico* que em 2012 não tenhamos uma baixa histórica somente no interesse pela Teoria da Complexidade, mas evidencia-se também outra tendência de queda histórica, no caso na quantidade de vezes em que a palavra complexidade aparece em artigos aprovados (32,53%) que é o menor percentual em relação a todos os outros anos pesquisados, conforme mostra a Figura 4 abaixo:

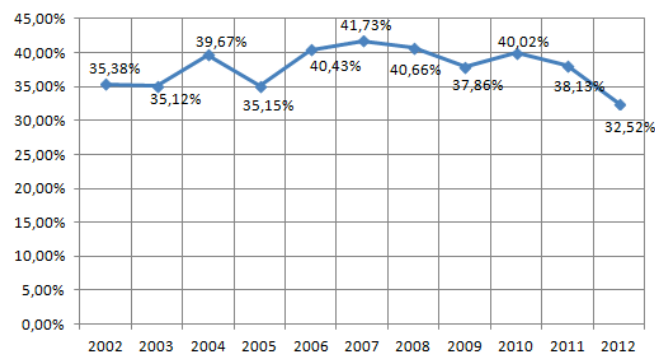


Figura 4 – Percentual de artigos que mencionam a palavra complexidade entre 2002 e 2012 na ENANPAD

Tradicionalmente na Administração as palavras complexidade e caos são vistas como negativas e são também sinônimo de desorganização e falta de controle. Em gestão o senso comum diz que a complexidade é algo a ser evitado a todo custo. Não é o escopo aqui contestar ou validar esta visão, mas uma baixa histórica na quantidade de ocorrências na palavra complexidade nos artigos da EnANPAD pode implicar na possibilidade de um posicionamento reacionário da comunidade científica, que estaria depositando esforço maior em pesquisas alinhadas com as teorias do paradigma vigente em Administração, no caso pesquisas com teorias alinhadas com o Funcionalismo Positivista.

A interpretação da análise dos dados do levantamento *bibliométrico* sugere então possíveis hipóteses para a baixa no interesse na Teoria da Complexidade:

1. Maior foco da comunidade em outro tema de interesse, como por exemplo, redes sociais.
2. Na arena de luta entre teorias, conforme defende Thomas Kuhn (1970) haveria uma baixa aceitação da Teoria da Complexidade dentro da comunidade científica nacional devido a questões políticas, sociais e mesmo cultural.
3. Pouca divulgação da Teoria da Complexidade na comunidade científica e nas escolas de Administração.
4. Crescimento do número de pesquisas na comunidade científica com o uso de teorias alinhadas com o paradigma vigente, no caso o funcionalismo.
5. Excesso de aforismos e neologismos, o que aumenta sensivelmente a curva de aprendizagem e resistência a Teoria da Complexidade.
6. Um problema da própria Teoria em relação a sua aplicabilidade em Administração.

São sugeridos novos estudos para corroborar ou não as hipóteses de 1 a 6, porém as hipóteses cinco e seis em especial, relacionam um problema crônico da Teoria com o seu baixo desempenho em relação a quantidades de pesquisas que a utilizam como referência de pesquisa, o que chama atenção. Segundo críticos este problema crônico estaria relacionado principalmente com uma incapacidade de empirismo por parte da Teoria da Complexidade.

IV. CRÍTICA A TEORIA

Segundo Andrade (2007) a Teoria da complexidade possui um problema crônico em sua natureza, ou seja, esta é uma ontologia qualitativa de afirmações gerais pouco especializadas no contexto de cada problema.

Morin e Le Moigne (2000) estavam atentos a este tipo de crítica e mencionaram que nunca antes na história da humanidade houve tanta criação de conhecimento como nas últimas quatro décadas, onde esmagadora parte deste novo conhecimento sequer foi reutilizado ou aproveitado, já que estariam armazenados em repositórios eletrônicos de instituições governamentais, instituições de pesquisa e corporações. Este armazenamento indiscriminado e baixo aproveitamento de “capital social” tão valioso como conhecimento se deve a característica multidisciplinar da Ciência, que cria Torres de Babel, onde os resultados do esforço de uma disciplina são indecifráveis para outra especialidade, criando conhecimento pouco reaproveitável fora dos limites inteligíveis de seus respectivos nichos.

Para Morin (2007) esta especialização é um problema crônico da ciência tradicional já que cada problema é integrado por sua natureza holística e na organização metodológica da ciência este *holismo* é descartado e criam-se então Torres de Babel, onde os nichos são incapazes de se entender por não falarem a mesma língua. Logo a vertente metodológica da visão holística é caracterizada na Teoria da Complexidade pela *Transdisciplinaridade*, que é uma abordagem voltada para integração de conhecimentos e uma resposta à crítica feita a Teoria em relação ao fato de ser compostas por afirmações gerais e pouco especializadas. Em outras palavras a *Transdisciplinaridade* seria uma etapa acima da Interdisciplinaridade aplicada por Freud na Psicanálise com o uso de conhecimentos científicos e mitológicos. A *Transdisciplinaridade* seria uma abrangência maior, uma completa remoção de linhas divisórias entre os conhecimentos existentes, sejam eles de ordem artística, mitológica, religiosa ou científica.

É aí então que recai uma segunda crítica de Andrade (2007) onde diz que abrangência e universalidade da Teoria da Complexidade estariam muito mais próximas de uma metaciência, simplesmente pela sua impossibilidade experimental. Esta crítica é pertinente e recai sobre um problema sério: ferramentas de suporte metodológico na Teoria da Complexidade.

Na Ciência tradicional a Matemática e em especial a Estatística são as ferramentas de “fato” do processo metodológico, e sob a ótica *transdisciplinar* não significa que a Matemática e a Estatística não possam ser utilizadas junto com a Teoria da Complexidade, porém para uma teoria tão agressiva e opositora ao “*establishment*” e repleta de fundamentos próximos da metafísica como a Teoria da Complexidade, parece que a teoria carece de uma linguagem e os pensadores da Teoria deveriam oferecer uma ferramenta metodológica à altura, em seu arcabouço.

Campos (2004) reforça que Le Moigne entende a modelagem como decisiva para desvendar o conhecimento. Logo é neste contexto que se abre precedente para o uso de simulação computacional como ferramenta de suporte e linguagem metodológica para a Teoria da Complexidade. Dado o atual estado da arte das simulações, estas podem ser um ferramental metodológico promissor e *transdisciplinar*, capaz de obter evidências, indicadores e mesmo previsões fundamentadas na Teoria da Complexidade.

V. CAMINHOS METODOLÓGICOS PARA A TEORIA DA COMPLEXIDADE

Aos pesquisadores que acreditam na Teoria da Complexidade e percebem o seu valor, uma ferramenta metodológica promissora é a modelagem a partir de simulações computacionais. Um exemplo são simulações de autômatos que são capazes de simular estruturas complexas e auto-organizações (Exemplo: Jogo da Vida de Conway). Estas simulações podem funcionar como a Matemática funciona para as ciências tradicionais, como uma ferramenta de suporte, simulação e previsão.

O Jogo da Vida de Conway tem um papel especial no estudo da complexidade, pois demonstra que estruturas complexas podem surgir de interações baseadas em regras simples. O jogo da vida é uma simulação do tipo autômato celular baseada nas interações entre os estados da vizinhança de quadrados em um tabuleiro de dimensão NxN. Segundo Conway (1970) e Gardner (1970) as regras são baseadas em analogias com os princípios da vida, no caso: o surgimento, estabilidade, sobrevivência, expansão e sumiço dos quadrados.

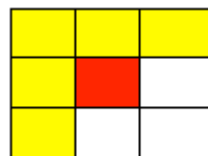
Para evidenciar a simplicidade do Jogo da Vida, abaixo as regras:



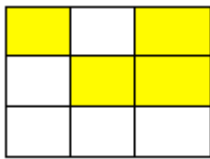
Regra 1) A formação acima indica um cenário de surgimento, onde caso um quadrado tenha três vizinhos um novo quadrado surgirá, no caso o novo quadrado de fundo azul.



Regra 2) Caso um dos quadrados esteja acompanhado de somente um quadrado, um deles sumirá (no exemplo o quadrado que sumirá é o de fundo vermelho) por subpopulação.



Regra 3) Caso um quadrado esteja cercado por três quadrados ele sumirá por superpopulação (no exemplo o quadrado que sumirá é o de fundo vermelho).



Regra 4) Caso um quadrado tenha dois vizinhos ele permanecerá parado ou estável.

A execução do jogo ocorre a partir de quadrados marcados inicialmente em um tabuleiro vazio e com as interações são criadas infinitas variedades de estruturas auto-organizadas, como: osciladores, pulsares e estruturas que viajam de uma parte a outra mantendo a forma e deixando rastros, tudo sem a interação humana durante o jogo, somente com as interações entre os quadrados no decorrer das interações. Com o Jogo da Vida não se destaca somente a importância de estruturas complexas sendo geradas a partir de regras dinâmicas simples, mas principalmente a geração espontânea de estruturas auto-organizadas.

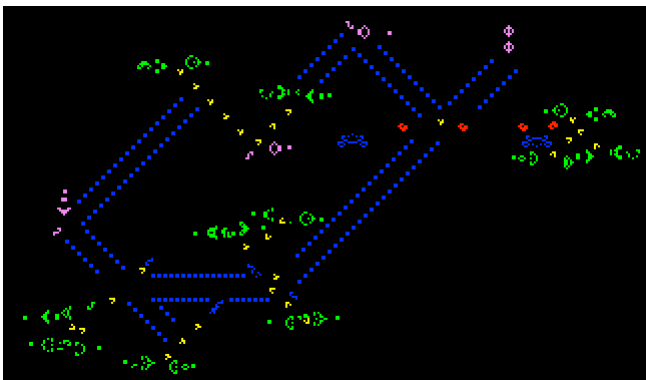


Figura 5 – Estrutura complexa auto-organizada formada a partir do Jogo da Vida de Conway. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogo_da_vida

Sendo a auto-organização um pilar fundamental da Teoria da Complexidade, simulações dinâmicas baseadas em regras simples pode ser uma ferramenta metodológica poderosa para modelar e mesmo prever cenários em Estudos Organizacionais. Exemplo: considerando cada pessoa da organização um quadrado no tabuleiro, novas regras específicas podem ser criadas para um jogo de simulação que mostre o desempenho de uma campanha de marketing interna ou mesmo uma simulação da “viralidade” desta campanha. Outros cenários semelhantes podem ser montados, por exemplo, para análise de interações micro e macro ambiental, como simulações com a concorrência e com o mercado. É fato que exigiriam regras iniciais personalizadas e mais rebuscadas para cada cenário organizacional, mas ao seguir o mesmo princípio do Jogo da Vida, com um conjunto de regras dinâmicas na simulação criando estruturas auto-organizadas imprevisíveis estes modelos então seriam capazes de prover informações táticas.

Outra simulação rica para a Administração e relacionada com a Teoria da Complexidade, são as relacionadas com o movimento Browniano. Desde o

princípio do século passado o Movimento Browniano vem despertando atenção dos cientistas, com destaque para os prêmios Nobel: Jean Perrin e Albert Einstein. O movimento Browniano é a constante movimentação das pequenas partículas (de pólen ou de poeira) sobre um líquido. O movimento browniano foi estudado a fundo e foi evidenciado que o movimento das partículas sobre a água era causado pelas moléculas da água bombardeando as partículas de pólen causando um constante movimento irregular destas mesmas partículas, como se milhares de pequenas forças as empurrassem a todo instante.

Mesmo sendo uma teoria de ontologia qualitativa, conforme preconiza a *transdisciplinaridade*, abordagens quantitativas são prescritas para a Teoria da Complexidade desde que coerentes com o arcabouço teórico. Logo as equações e simulações de movimento Browniano se encaixam neste perfil por possuírem natureza fractal e caótica. A aplicabilidade de simulações de movimento Browniano em problemas de pesquisa na Administração com base na Teoria da Complexidade se confirma pelos resultados promissores de simulações do movimento Browniano aplicadas a valores reais de ações dentro de um período de tempo, o que permite aplicação desta metodologia\simulação a pesquisas em Finanças. A figura abaixo mostra uma comparação entre o valor real da ação e o valor simulado pelos cálculos de movimento Browniano em um determinado período de tempo:

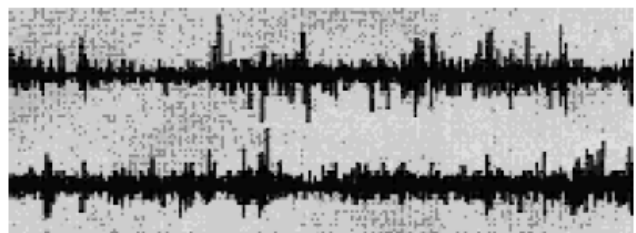


Figura 6 – Fonte: Web Site da Universidade de Yale. Disponível em <http://classes.yale.edu/fractals/panorama/welcome.html>

A figura 6 mostra os valores históricos reais das ações da IBM em um período não informado, e o gráfico superior são os valores da simulação fractal e caótica baseada no movimento Browniano.

Outro exemplo em que uma abordagem metodológica quantitativa pode ser aplicada é nos casos de valoração inversa de resultados descartados pela metodologia tradicional, ou seja, se no método quantitativo estatístico, ocorre uma grande ocorrência de resultados fora do esperado (também conhecidos como “*outliers*”) é um bom sinal de que é um problema de característica estritamente não linear e que pode ser entendido sob a ótica da Teoria da Complexidade.

VI. CONCLUSÃO

O artigo analisou a Teoria da Complexidade de Edgar Morin e sua relevância na comunidade científica nacional de Administração, assim como buscou perspectivas e entendimentos sobre o estado da Teoria na Comunidade. Estes objetivos foram alcançados, já que os dados indicam que pode existir uma tendência para um real declínio da Teoria. Por outro lado os resultados do levantamento *bibliométrico* mostram que a comunidade científica nacional pode estar focada em um tema da moda, como redes sociais,

o que poderia sim impactar no volume de trabalhos não somente com a Teoria da Complexidade, mas com outras teorias também.

Aos pesquisadores de Administração que se identificam com a Teoria da Complexidade de Morin, foram apresentados novos caminhos metodológicos, com destaque para as simulações, já que uma das principais críticas à teoria seria a dificuldade desta em traduzir seus conceitos em experimentos.

Como a comunidade científica Nacional é integrada com a comunidade científica Internacional, é sugerido para confirmar ou não a tendência de declínio, estudos futuros da produção tanto Nacional como Internacional relacionadas com a Teoria da Complexidade de Edgar Morin.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Érico. *Uma crítica à Teoria da complexidade por Edgar Morin*. Universidade Federal de Alagoas. Dissertatio, UFPel [26, 2007] 167 – 187.

CAMPOS, M. L. de A. *Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais*. Ciência da informação, Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abr. 2004.

CONWAY, John. “The game of life.” *Scientific American* 223.4 (1970): 4.

Em:

<http://classes.yale.edu/fractals/panorama/welcome.html>>.

Mathematics Department, Yale University. Acesso em 28/04/2013.

GARDNER, Martin. “*Mathematical games: The fantastic combinations of John Conway’s new solitaire game “life”*.” *Scientific American* 223.4 (1970): 120-123.

KUHN, Thomas S. “*The structure of scientific revolutions*.” Chicago and London (1970).

MANDELBROT, Benoit B., and John W. Van Ness. “*Fractional Brownian motions, fractional noises and applications*.” *SIAM review* 10.4 (1968): 422-437.

MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina, 2007.

MORIN, Edgar. *A necessidade de um pensamento complexo. Representação e complexidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2003, 69-77.

MORIN, Edgar. *O Sentido da totalidade : a propósito de Edgar Morin*. Universidade do Porto. Faculdade de Letras. 1985

MORIN, Edgar; Le Moigne, Jean-Louis; Duarte, João CS. *Inteligência da complexidade: Epistemologia e pragmática*. 2000.

MORGAN, Gareth; Bergamini, Cecília Whitaker; CODA, Roberto. *Imagens da organização*. São Paulo: Atlas, 1996.

OECD. Publishing. *The Measurement of Scientific and Technological Activities, Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2005.

PRIGOGINE, Ilya; FERREIRA, Roberto Leal. *O fim das certezas*. Unesp, 1996.

ROSSER JR, Barkley J. *The rise and Fall of Catastrophe Theory application in economics: was the baby thrown out with the bathwater?* Program in Economics, James Madison University. October 17, 2003.

VIII. COPYRIGHT

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



DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E O COOPERATIVISMO SOLIDÁRIO: ESPERANÇA/COOESPERANÇA, RIO GRANDE DO SUL – BRASIL

SUELEN DE LEAL RODRIGUES
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
slrgeo@yahoo.com.br

Resumo - No processo de desenvolvimento territorial, as economias populares emergem como estratégias de superação da pobreza, promoção social e econômica de territórios menos dinâmicos. Desta forma, este artigo apresenta uma análise da dimensão social e territorial das atividades promovidas pelo Projeto Esperança/Cooesperança, importante agente da economia social, presente na realidade do município de Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil. Metodologicamente para analisar a dimensão social e territorial das atividades do Projeto Esperança/Cooesperança, foi empregado um procedimento misto, envolvendo a análise de dados qualitativos e quantitativos, por meio de entrevistas semiestruturadas e observações. A pesquisa constatou que o trabalho em rede desenvolvido pelo Projeto Esperança/Cooesperança, ampliou territorialmente os laços sociais e materiais de economias solidárias. A rede solidária difundida e materializada, pelas feiras promovidas pelo Projeto Esperança/Cooesperança, é uma importante estratégia de desenvolvimento territorial, que articula grupos solidários dentro e fora do território brasileiro, a 2ª edição do Fórum Mundial de Economia Solidária em julho de 2013 recebeu 200 mil pessoas e mais de mil empreendimentos solidários.

Palavras-chave: Território. Economia Solidária. Cooperativa.

I. INTRODUÇÃO

A insustentabilidade do modelo economicista de desenvolvimento e os emergentes problemas sociais e ambientais é um tema que ganhou destaque entre as décadas de 1960 e 1970¹. No processo de repensar novas estratégias de desenvolvimento a experiência dos Distritos Industriais da Terceira Itália², destacou o papel da organização social na construção de um novo ordenamento territorial do capital. A partir dos processos sócios territoriais ocorridos na Itália e do quadro mundial da insatisfação social e econômica, a ciência geográfica se dedica a repensar o conceito de território. A categoria território passa agregar um significado social e não apenas natural Magnaghi e Raffestin (1976-1978) foram os pioneiros na construção de

¹ Na publicação do primeiro Relatório do Clube de Roma (Limites do Crescimento, 1972), são evidenciadas as preocupações de caráter ambiental.

² Entre 1968-69 o triângulo industrial da Itália, Gênova, Milão e principalmente Turin, por conta da localização da Fiat, passou por um processo socioespacial de organização operária que contestou a organização espacial capitalista. Os distritos industriais ou *clusters* tiveram como base de sua eficiência uma acumulação mais flexível e descentralizada, integrando em rede firmas que se ligavam pela cooperação e pela solidariedade, dando uma coesão à formação territorial, que assume um caráter coletivo.

uma definição plural e renovada de território. O território passaria a ser um produto das identidades sociais e das economias locais.

Apesar de uma ampla discussão a respeito de um desenvolvimento de cunho territorial, iniciada na década de 1960 e é apenas na década de 1990 que efetivamente são criados programas e políticas de desenvolvimento territorial. No mesmo instante, ocorre uma valorização das economias populares solidárias no processo de resgate de territórios social e economicamente menos dinâmicos.

No Brasil as iniciativas de economia solidária surgiram na década de 1980, amparadas pela Igreja Católica e seus Projetos Alternativos Comunitários (PACs), a crise econômica e social instalada no país, impulsionou iniciativas sindicais, movimentos sociais e universidades a reivindicar e construir estratégias de economia social.

Atualmente a abordagem territorial do desenvolvimento e as economias populares, são importantes estratégias estimuladas dentro da política nacional de desenvolvimento de territórios excluídos. Portanto, com o objetivo de verificar a dimensão social e territorial de atividades de cunho solidário, o presente estudo selecionou o exemplo do Projeto Esperança/Cooesperança, que desde a década de 1980 atua na cidade de Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil.

A Diocese de Santa Maria através do Banco da Esperança³ criou em 1985 o Projeto Esperança e em 1989 a Cooperativa Mista dos Pequenos Produtores Rurais e Urbanos (Cooesperança). O Projeto Esperança como princípio norteador da Cooesperança, busca promover ações de economia solidária, com vistas à emancipação e empoderamento dos seus participantes, na construção de alternativas coletivas de um desenvolvimento menos excludente.

II. COOPERATIVISMO SOLIDÁRIO E O DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL

As primeiras formas cooperativas surgiram na Inglaterra, ainda em meados do século XIX. A precursora dessa forma de organização seria a cooperativa dos Pioneiros Equitativos de Rochdale, através da qual foram instituídos os princípios universais do cooperativismo.

Singer (2002), ao abordar a historicidade da econômica solidária, exemplifica esse processo a partir das primeiras organizações cooperativas, fundadas de acordo com as orientações de Robert Owen. Tais cooperativas tinham

³ Fundado em 1977 com o objetivo de fomentar ações sociais.

como objetivo criar estratégias econômicas equitativas, de maneira a suprir as necessidades básicas dos operários ingleses. Nesse contexto, encontram-se os princípios de uma economia, baseada em princípios de solidariedade e de cooperação, de modo a garantir vantagens a todos os atores sociais envolvidos.

O marco teórico que contextualiza esses processos na América Latina é, segundo Cruz (2006), a obra do sociólogo chileno Luis Razeto (1984), intitulada “Empresas de Trabajadores y Mercado Democrático”, para quem as formas de exclusão levariam ao surgimento de economias populares solidárias.

A definição de economia solidária apresenta uma grande elasticidade, que é discutida por autores como Luis Razeto, José Luis Coraggio e Paul Singer. O presente estudo adotou a definição de economia solidária, apresentada por Paul Singer:

[...] conjunto de experiências coletivas de trabalho, produção, comercialização e crédito, organizadas por princípios solidários e que aparecem sob diversas formas: cooperativas e associação de produtores, empresas autogestionárias, banco comunitários, clubes de troca, e diversas organizações populares urbanas e rurais (SINGER; SOUZA, 2000, p. 123).

As definições hoje atribuídas à economia solidária podem ser sistematizadas como experiências econômicas, onde cidadãos, excluídos do mercado formal de trabalho, se organizam para criar sua fonte de trabalho, formando laços de solidariedade, mutualismo, cooperação e autogestão comunitária.

Como já destacado, no Brasil, a crise econômica da década de 1980 impulsionou vários segmentos sociais como Igreja, movimentos sociais e sindicatos a buscar novas estratégias de economia social. Por parte da Igreja Católica foram criados os Projetos Alternativos Comunitários (PACs), com objetivo de proporcionar às populações mais pobres meios de sustento.

A partir de 1996, os PACs passaram a promover feiras e fóruns sociais, com o objetivo de discutir alternativas e políticas públicas, voltadas para uma Economia Popular Solidária (EPS).

Hoje os PACs são agregados ao conjunto de ações que visam construir uma EPS, utilizando uma metodologia que prioriza a organização em rede.

[...] a rede passa a ser compreendida como um dos instrumentos fundamentais para o fortalecimento das iniciativas econômicas e para ampliação e capacidade política de diversos setores populares no sentido da conquista de políticas públicas (CÁRITAS, 2006, p. 19).

Os projetos de EPS estão articulados em quatro tipos de rede: industrialização, comercialização, consumidores e redes de intervenção nas políticas públicas. Através dessa interação, busca-se a otimização das estratégias solidárias na superação da exclusão social e econômica. Atualmente as cooperativas derivadas da motivação dos PACs ou mesmo auxiliadas por eles passaram a ser elementos de transformação social.

No Brasil o reconhecimento político da economia solidária ocorreu em junho de 2003, juntamente ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), com a criação da

Secretaria Nacional de Economia Solidária (SNAES). Segundo Singer (2004), a SNAES tem como objetivo:

[...] difundir e fomentar a economia solidária em todo o Brasil, dando apoio político e material às iniciativas do Fórum Brasileiro de Economia Solidária (FBES). Esse fórum inclui as principais agências de fomento da economia solidária, a rede de gestores municipais e estaduais de economia solidária, a Associação Brasileira de Gestores de Entidades de Micro-Crédito (Abcred) e as principais associações e redes de empreendimentos solidários de todo o país. (SINGER, 2004, p.4).

O movimento da economia solidária se difunde pela articulação de seus fóruns e feiras regionais, estaduais e nacionais. A ideia da realização de um Fórum Brasileiro de Economia Solidária (FBES) surgiu em 2001, no 1º Fórum Social Mundial⁴. Atualmente uma referência na realização das feiras da economia solidária é o Projeto Esperança/ Cooesperança, que, desde 2001, promove a Feira Nacional de Economia Solidária, em 2005 cria a Feira de Economia Solidária do MERCOSUL e em 2010, com o apoio de ações do Governo Federal e de grupos sociais nacionais e internacionais, realiza o 1º Fórum Social Mundial de Economia Solidária como parte das atividades do 10º Fórum Social Mundial.

A articulação da economia solidária, através de fóruns e feiras, fortalece economias populares locais e propaga ações comunitárias para territórios excluídos do grande circuito capitalista. As políticas de desenvolvimento territorial, alicerçadas na descentralização de ações e na emancipação territorial, integrou a pauta das ações governamentais a partir de 2002, com a criação da Secretaria do Desenvolvimento Territorial (SDT), ligada ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Inicialmente em 2003 foi criado o Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais (PRONAT), a experiência dos territórios rurais, identificou a necessidade de ampliar e complementar ações no meio rural e urbano com a participação de diferentes ministérios. Portanto, em 25 de fevereiro de 2008, foi lançado o Programa Territórios da Cidadania, que tem por objetivo:

[...] promover o desenvolvimento econômico e universalizar programas básicos de cidadania por meio de uma estratégia de desenvolvimento territorial sustentável. A participação social e a integração de ações entre Governo Federal, estados e municípios são fundamentais para a construção dessa estratégia (BRASIL, 2009, p. 3).

O Programa Territórios da Cidadania prioriza territórios rurais, com baixo Índice de Desenvolvimento Humano - IDH territorial, maior concentração de beneficiários do Programa Bolsa Família, agricultores familiares, assentados da reforma agrária, populações tradicionais, quilombolas e indígenas.

As ações promovidas pelo Programa Território da Cidadania buscam estimular empreendimentos com fins

⁴ Evento organizado por movimentos sociais de diversos continentes, com objetivo de elaborar alternativas para uma transformação social global. O fórum é um contraponto ao Fórum Econômico Mundial de Davos, o primeiro fórum foi realizado em janeiro de 2001 na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

solidários⁵, como o Projeto Esperança/Coesperança, presente no Território da Cidadania da Região Central do Rio Grande do Sul.

III. PROJETO ESPERANÇA/COESPERANÇA

O Projeto Esperança/Coesperança nasceu da ação da Diocese de Santa Maria, em articulação com a Cáritas Regional do Rio Grande do Sul – Brasil.

Vinculado à Cáritas da Diocese de Santa Maria em 1977 foi criado o Banco da Esperança, com o propósito de financiar programas comunitários em prol da comunidade mais carente.

Em 1984 – 85 a Cáritas nacional deu início aos Projetos Alternativos Comunitários (PACs), voltados ao fomento de ações comunitárias e associativas. No Rio Grande do Sul, a Diocese de Santa Maria foi a pioneira na organização dos PACs. Dessa forma, com o propósito de ampliar o financiamento dos PACs, em 1986, é estabelecido um convênio com a Misereor e a Katholische für Entwicklungshilfe (KZE), entidade católica alemã de cooperação para o desenvolvimento de países do Hemisfério Sul (ICAZA; FREITAS, 2006).

As parcerias estabelecidas pela Diocese de Santa Maria permitiram que fosse criado o Projeto Esperança, como um segmento do Banco da Esperança, assumindo a denominação de organização:

[...] sem fins lucrativos que fortalece a organização, a produção, a ecologia, a geração de trabalho e renda, a economia solidária, a agricultura e a agroindústria familiar, que tem por finalidade a articulação e o fortalecimento de um novo modelo de desenvolvimento solidário sustentável e de inclusão social, formando novos sujeitos na organização para o exercício da cidadania, dignidade humana e inclusão social (DIOCESE DE SANTA MARIA, 2008, p. 7).

Vinculada ao Projeto Esperança, em 1989, com ajuda da Universidade Federal de Santa Maria, órgão de assistência técnica e extensão rural do Rio Grande do Sul (EMATER) e comunidade local foi criada a Cooperativa Mista dos Pequenos Produtores Rurais e Urbanos (Coesperança). A cooperativa surgiu da necessidade de legalizar a comercialização da produção de empreendimentos solidários do campo e da cidade.

Tendo como apoiadores os PACs, o Projeto Esperança/Coesperança passou a promover fóruns de discussão e de articulação das iniciativas solidárias. O fruto desse processo levou à realização da primeira Feira do Cooperativismo, a FEICOOP, que, na sua 12ª edição no ano de 2005, possuía caráter internacional, ampliando, desta forma, a dimensão social, política e territorial do Projeto Esperança/Coesperança.

IV. PROCEDIMENTOS

Para analisar a dimensão social e territorial das atividades do Projeto Esperança/Coesperança, foi utilizado

um procedimento misto⁶, que integra técnicas de análise, tanto de ordem quantitativa quanto qualitativas. Neste estudo foram empregadas técnicas como a análise documental, trabalho de campo, envolvendo a aplicação de entrevistas focais e espontâneas, observações direta e participante. A Figura 1 mostra a totalidade das estratégias de investigação e as etapas onde foram aplicadas.

Fontes de evidências	Definição e exemplos	Etapas onde foram aplicadas
Documentação	Cartas, memorandos, agendas, avisos, minutas de reuniões, relatórios escritos de eventos em geral Documentos administrativos – propostas, relatórios de avaliação e ou outros documentos internos; Estudos ou avaliações formais do mesmo local sob estudo. Recortes de jornais e outros artigos que aparecerem na mídia de massa ou em informativos de determinadas comunidades	-As circunstâncias que deram origem ao Projeto Esperança/Coesperança;
Entrevistas	Semiestruturada – questões abertas, fechadas, e de múltipla escolha. Não estruturada (formal, informal) – questões abertas	-As circunstâncias que deram origem ao Projeto Esperança/Coesperança;
Observações	Direta – seria o ato da visita de campo ao local escolhido para o estudo. Participante – consiste em uma modalidade especial de observação na qual você não é apenas um observador passivo.	-O intercâmbio entre o Projeto Esperança/Coesperança e instituições governamentais. -Principais motivações ou intenções dos integrantes do Projeto - Abrangência social, econômica e espacial das ações do Projeto Esperança/Coesperança

Figura 1 - Fonte de Evidências e suas respectivas aplicações

De acordo com o esquema apresentado na Figura 1, as diversas técnicas utilizadas pelo estudo se complementam e muitas foram realizadas simultaneamente, o que justifica a denominação do emprego de uma metodologia mista.

Para contemplar aspectos sociais e econômicos do Projeto Esperança/Coesperança, foram investigadas as estratégias de inserção comercial como as feiras, os fóruns e pontos de comercialização. A abrangência territorial foi medida pela presença de empreendimentos diretamente assistidos pelo projeto, utilizando a divisão territorial do Programa Territórios da Cidadania. Para realização das entrevistas formais e visitação de propriedades, que integram o Projeto Esperança/Coesperança, foi estabelecida uma amostragem não probabilística intencional, que abordasse os agricultores mais representativos dentro do universo de análise⁷.

No período entre 2009 e 2011 foram realizadas sete entrevistas formais a visitação de doze propriedades rurais e inúmeras entrevistas informais no acompanhamento das atividades do Projeto.

V. RESULTADOS

Atualmente o Projeto Esperança/Coesperança conta com 250 grupos formalmente associados, dos quais 150

⁵ Projetos que buscam melhorar aspectos econômicos, mas, sobretudo sociais, considerando a inserção do grupo social na construção de seu desenvolvimento.

⁶ Um procedimento misto, segundo Creswell (2007), busca complementar as lacunas de cada método, ou seja, informações de ordem quantitativas podem enriquecer dados qualitativos e vice-versa.

⁷ A amostra intencional é descrita por Richardson (1999) como uma representação onde seus elementos: [...] relacionam-se intencionalmente de acordo com certas características estabelecidas no plano das hipóteses formuladas pelo pesquisador. Se o plano possuir características que definam uma população, é necessário assegurar a presença do sujeito tipo. Desse modo, a amostra intencional apresenta-se como representativa do universo. Entende-se por sujeitos-tipos aqueles que representam as características típicas de todos os integrantes que pertencem a cada uma das partes da população (RICHARDSON 1999, p. 161).

correspondem à grupos urbanos e 100 à grupos rurais, beneficiando diretamente 5 mil famílias e indiretamente 22 mil (Trabalho de campo, 2011). A inserção ao Projeto Esperança/Coesperança transcende o aspecto formal, pois seus participantes cooperados mantêm um compromisso de envolvimento social. Inicialmente a participação é motivada pelas vantagens econômicas que o Projeto pode oferecer como o acesso ao crédito, inserção no mercado e acesso aos programas de desenvolvimento territorial, como o atual Programa Territórios da Cidadania. No entanto, por ser um Projeto norteado pelos princípios de uma economia solidária, o associado se envolve com as causas sociais e econômicas do seu território e passa a ser peça fundamental para o desenvolvimento.

Na funcionalidade das propriedades visitadas e indicadas como representativas para o Projeto foi verificado que existe uma complementaridade entre cultivares e rebanhos, pois alguns cultivos, além de serem destinados à venda direta, também compõem a alimentação dos animais. Gado leiteiro, suínos e aves, fornecem leite, carne e ovos para o consumo familiar, para comercialização e para produção agroindustrial. As unidades produtivas que fazem parte da Cooesperança são bastante diversificadas, pois é possível encontrar agroindústrias e oficinas de artesanato integradas com cultivos e criatórios. Isso não foi apenas verificado a campo, mas, sobretudo, na oferta produtiva presente nos canais de comercialização. Portanto, uma propriedade pode tanto ofertar produtos *in natura* quanto produtos processados e, no caso do artesanato transformado, aumentar as opções de colocação no mercado.

Como estratégia de fortalecer as trocas sociais e econômicas do Projeto Esperança/Coesperança com grupos solidários regionais, nacionais e internacionais, foi criado em 2003 a Teia Esperança, articulando pontos de comercialização fixos, feiras periódicas e ocasionais, de modo a manter um fluxo constante e alternativo de comercialização, aproximando o Projeto com a população e com outros grupos solidários.

De acordo com dados disponibilizados pelo Projeto, a Teia Esperança conta com 40 pontos fixos de comercialização espalhados pelos municípios do Território da Cidadania Região Central – RS⁸ e municípios do Território da Cidadania Zona Sul, Território Rural Missões e Centro Serra, conforme a Figura 2.

⁸ O Território da Cidadania da Região Central – RS é composto por trinta e quatro municípios e abrange uma área de 32.457,00 Km². A população total do território é de seiscentos e cinquenta e dois mil setecentos e vinte e cinco habitantes, dos quais cento e dezenove mil oitocentos e onze vivem na área rural, correspondendo a 18,36% do total da população. Possui trinta e um mil novecentos e sessenta e cinco agricultores familiares, mil duzentos e cinquenta famílias assentadas e onze comunidades quilombolas. Seu IDH médio é 0,81 (Brasil, 2010).

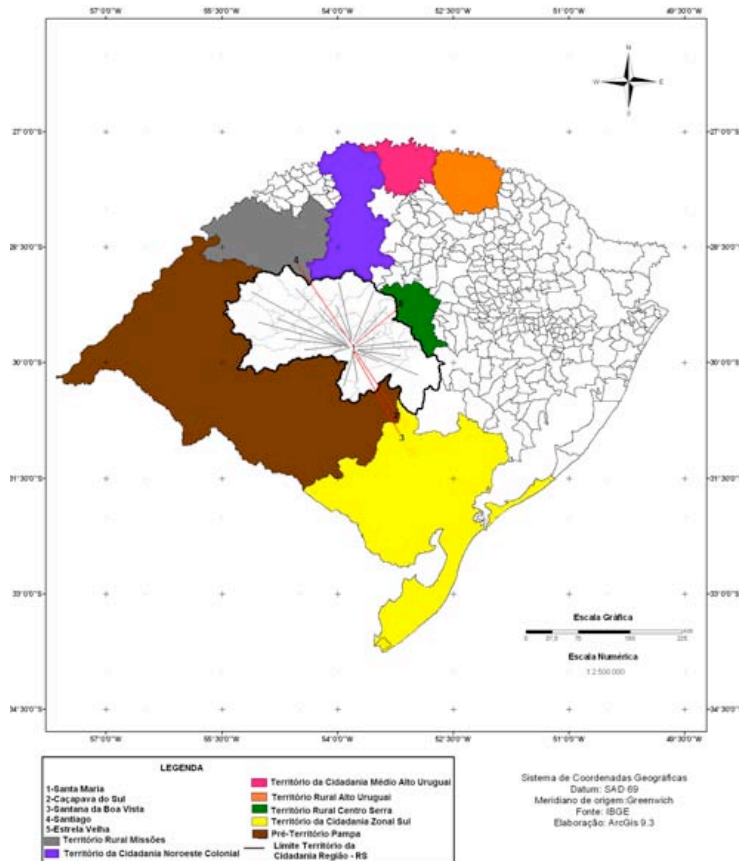


Figura 2 – Mapa de abrangência da Teia da Esperança (2011)
Elaboração: Suelen de Leal Rodrigues

Além dos pontos fixos de comercialização, o Projeto Esperança/Coesperança, passou a realizar grandes feiras e em 1989, foi construído o Centro de Comercialização direta, hoje nomeado Centro de Economia Solidária Dom Ivo Lorscheiter. No centro de comercialização, ocorrem, todos os sábados pela manhã, o Feirão Colonial Agroecológico e anualmente as grandes Feiras de caráter internacional. A infraestrutura do centro de comercialização, deriva dos esforços empreendidos pelo Projeto Esperança/Coesperança em buscar parcerias para acessar verbas governamentais, no âmbito regional, estadual e federal. No âmbito federal o Projeto Esperança/Coesperança acessa recursos junto ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e ao SENAES (Secretaria Nacional Economia Solidária).

A primeira Feira do Cooperativismo alternativo (FEICOOP) realizada pelo Projeto Esperança/Coesperança foi em 1994 e, já no ano de 1998, ganhou abrangência estadual e, em 2002, é realizada a 1ª Feira Nacional de Economia Solidária. Na busca de ampliar o intercâmbio das experiências de economia solidária, em 2005, juntamente com a 12ª FEICOOP, é realizada a 1ª Feira da Economia Solidária do MERCOSUL.

A Figura 3 mostra o número de empreendimentos, de municípios e de pessoas que participaram da FEICOOP, de 1994 a 2008, de acordo com dados disponibilizados pela Cooesperança.

DIOCESE DE SANTA MARIA PROJETO ESPERANÇA/COOESPERANÇA Histórico de Feiras do Cooperativismo Alternativo Centro de Referência de Economia Solidária Dom Ivo Lorscheider - Santa Maria - RS - Brasil				
Edição	Ano	Nº Empreendimentos	Municípios	Nº de Pessoas no Evento
1ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	1994	27	13	+/- 4 mil pessoas
2ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	1995	48	18	+/- 6 mil pessoas
3ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	1996	56	25	+/- 8 mil pessoas
4ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	1997	63	31	+/- 10 mil pessoas
5ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	1998	87	46	+/- 15 mil pessoas
6ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	1999	124	53	+/- 18 mil pessoas
7ª FEICOOP: Feira Regional do Cooperativismo	2000	150	64	+/- 20 mil pessoas
8ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2001	246	91	+/- 30 mil pessoas
1ª Mostra de Biodiversidade				
9ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2002	300	110	+/- 33 mil pessoas
1ª Feira de Economia Popular Solidária				
2ª Mostra de Biodiversidade				
10ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2003	312	112	+/- 35 mil pessoas
2ª Feira de Economia Popular Solidária				
3ª Mostra de Biodiversidade				
11ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2004	321	116	+/- 36 mil pessoas
3ª Feira de Economia Popular Solidária				
4ª Mostra de Biodiversidade				
12ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2005	600	221	+/- 66 mil pessoas
1ª Feira de Economia Solidária do Mercosul				
4ª Feira de Economia Popular Solidária				
5ª Mostra de Biodiversidade e Feira da Agricultura Familiar				
1ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária				
13ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2006	700	310	+/- 86,300 mil pessoas
2ª Feira de Economia Popular Solidária				
5ª Feira de Economia Popular Solidária				
6ª Mostra de Biodiversidade e Feira da Agricultura Familiar				
2ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária				
14ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2007	730	372	+/- 102 mil pessoas
3ª Feira de Economia Popular Solidária				
6ª Feira de Economia Popular Solidária				
7ª Mostra de Biodiversidade e Feira da Agricultura Familiar				
3ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária				
15ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2008	850	400	+/- 145 mil pessoas
4ª Feira de Economia Popular Solidária				
7ª Feira Nacional de Economia Solidária				
8ª Mostra de Biodiversidade E Feira e Agricultura Familiar				
4ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária E Mini Fórum Social Mundial De Economia Solidária, preparatório ao Fórum Social Mundial em Belém do Pará em 2009.				

Figura 3 - Histórico das feiras organizadas pelo Projeto Esperança/Cooesperança de 1994-2008
Fonte: Projeto Esperança/Cooesperança (2011)

A partir da 1ª FEICOOP, em 1994, a Cooesperança passou a trabalhar no fortalecimento do evento, agregando feiras e fóruns, cuja finalidade não se resumia à simples comercialização de produtos, mas também a espaços de troca de experiências com os mais diversos grupos de economia solidária. No ano de 2009, a FEICOOP foi cancelada⁹ e novos eventos passaram a fazer parte da agenda de atividades do Projeto Esperança/Cooesperança.

Sob o lema de transformar Santa Maria em referência mundial em economia solidária, em janeiro de 2010, foi realizado o 1º Fórum Social Mundial de Economia Solidária. O Fórum contou com o apoio financeiro de instâncias políticas federais e municipais, com um orçamento em torno de R\$ 400 mil, sendo R\$ 120 de emenda parlamentar, R\$ 9,6 mil contrapartida da prefeitura de Santa Maria, mais um repasse de R\$ 300 mil do município para eventos. (PROJETO ESPERANÇA/COOESPERANÇA, 2010). A Figura 4 mostra a concretização do 1º Fórum Mundial de Economia Solidária.



Figura 4 – 1º Fórum Mundial de Economia Solidária
Fonte: Trabalho de campo janeiro (2010)

⁹ Os Eventos de 2009 foram cancelados por Ordem Judicial do Promotor Público de Defesa Comunitária Dr. João Marcos Adede Y Castro e Deferido pela Juíza de Plantão, Eloisa Helena Hernandez de Hernandez, contra Prefeitura Municipal de Santa Maria Mitra Diocesana de Santa Maria, Banco da Esperança e Projeto Esperança/Cooesperança, Motivo Alegado Gripe A Influenza (H1 N1).

A partir de 2009, o Fórum Mundial de Economia Solidária entrou para a agenda de eventos da Cooesperança. A Figura 5 apresenta os dados das feiras de 2009 – 2011.

DIOCESE DE SANTA MARIA PROJETO ESPERANÇA/COOESPERANÇA Histórico de Feiras do Cooperativismo Alternativo Centro de Referência de Economia Solidária Dom Ivo Lorscheider - Santa Maria - RS - Brasil								
Edição	Ano	Continentes	Países	Estados Brasileiros	Municípios	Nº de Empreendimentos	Nº de Unidades representativas	Nº de pessoas no Evento
10ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo	2009	05	01	13	07	103	08	800
1ª Feira Nacional de Economia Solidária								
9ª Mostra De Biodiversidade e Feira da Agricultura Familiar								
5ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária								
9ª Caminhada Econômica e Internacional Pela Paz e Marcha Mundial Pela Paz e Não Violência								
4ª Levante da Juventude Rural e Urbana do RS.								
17ª Feira de Economia Solidária	2010	05	12	27	1488	750	230	+/- 1.020,00
1ª Feira Mundial De Economia Solidária								
1ª Levante da Juventude								
10 Anos do FSM (Fórum Social Mundial)								
17ª FEICOOP: Feira Estadual do Cooperativismo Alternativo	2010	03	14	27	1420	700	1300	+/- 140,00
1ª Feira de Economia Solidária dos Países do MERCOSUL								
10ª Feira Nacional de Economia Popular Solidária 10ª Mostra de Biodiversidade e Feira da Agricultura Familiar								
7ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária								
9ª Caminhada Internacional e Econômica pela PAZ e Justiça Social								
4ª Levante da Juventude do RS 2010.								
17ª FENAR - Feira Internacional de Artesanato Cultural	2010	03	20	08	110			+/- 30,000
18ª FEICOOP - Feira Estadual do Cooperativismo Alternativo	2011	03	15	27	613	800	200	+/- 100,000
Feira de Economia Solidária dos Países do MERCOSUL								
10ª Feira Nacional de Economia Popular Solidária 10ª Mostra de Biodiversidade e Feira da Agricultura Familiar								
7ª Seminário Latino Americano de Economia Solidária								
7ª Caminhada Internacional e Econômica pela PAZ e Justiça Social								
4ª Levante da Juventude do RS 2010.								

Figura 5 - Histórico das feiras organizadas pelo Projeto/Cooesperança de 2009-2010
Fonte: Projeto Esperança/Cooesperança (2011)

A segunda edição do Fórum Mundial de Economia Solidária ocorreu em julho de 2013 em Santa Maria – RS – Brasil. Segundo dados do Projeto Esperança/Cooesperança (2013) o evento recebeu 200 mil pessoas, com representantes de 27 países África do Sul, Alemanha, Argentina, Brasil, Bolívia, Canadá, Chile, Colômbia, Cuba, El Salvador, Espanha, Estados Unidos, Equador, França, Filipinas, Hungria, Itália, Marrocos, México, Nicarágua, Paraguai, Peru, Portugal, República Tcheca, Senegal, Suíça e Uruguai. Todos os estados brasileiros enviaram representantes, num total de 530 municípios. Mais de mil empreendimentos de economia Solidária estiveram presentes, oferecendo mais de 10 mil variedades de produtos e serviços. Entre os principais patrocinadores o Projeto cita: Sebrae, BNDES, Petrobrás, Sesampe do Governo Estadual e Senaes do Governo Federal.

A projeção que a FEICOOP ganhou nos últimos anos levou a uma visualização maior do Projeto Esperança/Cooesperança, que passou a agregar mais grupos, a ser reconhecido pela sociedade e a criar parcerias dentro das esferas políticas.

VI. CONCLUSÕES

Ao verificar a dimensão social e territorial é possível constatar que a influência do Projeto Esperança/Cooesperança é muito grande, ajudando pessoas nas mais diversas áreas, oferecendo formação e estímulo à autogestão e a construção de iniciativas de economia solidária. O Projeto é, sem dúvida, um formador de opiniões no âmbito cooperativo, envolvendo associados e consumidores. O Box 1 sintetiza a visão de desenvolvimento estimulada pela Projeto Esperança/Cooesperança.

Box 1: Fragmento da Carta da 7ª feira de Economia Solidária do Mercosul e 18ª FEICOOP - Feira Estadual do Cooperativismo 2011.

Aprendemos ao longo do processo de preparação e realização da Feira que as experiências gestadas em nível local são sementeiras de um Projeto de Desenvolvimento Solidário Sustentável e Territorial que já está em construção. Isso pode ser identificado na medida em que após 18 anos de Feira Estadual do Cooperativismo Alternativo e 7 anos de Feira de Economia Solidária do MERCOSUL registramos o avanço, não somente pelos dados numéricos, mas no seu fortalecimento em nível de articulação, debate, troca de ideias, experiências de comercialização direta de empreendimentos da Economia Solidária, da Agricultura Familiar, das Agroindústrias Familiares, dos Catadores(as), dos Povos Indígenas e Quilombolas, da Juventude, do movimento de mulheres, dos trabalhadores (as) do Campo e da Cidade. **(PROJETO ESPERANÇA/COOESPERANÇA, 2011).**

A estratégia de desenvolvimento construída pelo Projeto Esperança/Coesperança, pautada na articulação de sua rede social, seria o diferencial para a concretização de seus projetos.

A gestão política dos programas de desenvolvimento territorial ocorre no limite administrativo da área territorial, compreendida como menos dinâmica, sem que ocorra uma articulação interterritorial. Através da rede de empreendimentos e colaboradores de uma cooperativa, recursos que formalmente são alocados no âmbito de um território específico, podem ser propagados para outros territórios.

A economia solidária desenvolvida e organizada em redes propaga o desenvolvimento territorial, pois transcende as barreiras políticas e administrativas levando recursos materiais, como infraestrutura, e imateriais como valorização da sociedade na construção do desenvolvimento.

As ações do Projeto Esperança/Coesperança, já se faz presente em quatro territórios, onde existem empreendimentos beneficiados pelo Projeto. Como organização social de desenvolvimento é membro do núcleo técnico do colegiado territorial do Território da Cidadania Central – RS. Como organização de economia solidária, o Projeto através de suas feiras de caráter internacional, propaga socialmente ideias e experiências para diversos territórios.

A experiência do Projeto Esperança/Coesperança mostra que a estratégia de propagar em redes as ações da economia solidária é eficiente na promoção de um desenvolvimento territorial menos excludente, pois as barreiras territoriais políticas são diluídas para propagar um desenvolvimento abrangente.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário – (MDA), Secretaria de Desenvolvimento Territorial – (SDT). **Territórios da Cidadania Brasil.** Integração de Políticas Públicas para Reduzir Desigualdades. 2009. Disponível em: <www.territoriosdacidadania.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2009.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário – (MDA). **Programa Nacional Desenvolvimento Sustentável de**

Territórios Rurais. 2010. Disponível em: <http://sistemas.mda.gov.br/sdt/index.php?scid=1237>.

Acesso em: 8 jan. 2010.

CÁRITAS BRASILEIRA. **25 anos de Economia Popular Solidária.** Brasília: Cáritas Brasileira, 2006.

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

CRUZ, Antônio Carlos Martins da. **A Diferença da Igualdade: A Dinâmica da Economia Solidária em Quatro Cidades do Mercosul.** 2006. 325f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2006. Disponível em:

http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000378375>.

Acesso em: 4 mar. 2010.

DIOCESE DE SANTA MARIA – RS. **A transformação pela solidariedade, Projeto Esperança/Coesperança:** Regimento Interno, Santa Maria: Editora Palloti, 2008.

ICAZA, Ana Mercedes Sarria; FREITAS, Marcelo Ribeiro de. (org). **O projeto Esperança/Coesperança: e a construção da Economia Solidária no Brasil. Relato de uma experiência.** Porto Alegre: Cáritas Brasileira, 2006.

PROJETO ESPERANÇA/COOESPERANÇA, **JORNAL 15 ANOS DA FEIRA DO COOPERATIVISMO.** Santa Maria: Jornal A Razão. 2007.

_____. **JORNAL DO 1º FÓRUM SOCIAL E 1ª FEIRA MUNDIAL DE ECONOMIA SOLIDÁRIA,** Santa Maria, 2010.

_____. **HISTÓRICO DAS FEIRAS DE ECONOMIA SOLIDÁRIA DO MERCOSUL.** Disponível

em: <http://www.esperancacoesperanca.org.br/feicoop/index.php?option=com_content&view=article&id=5:ultimas-noticias&catid=3:ultimas-noticias&Itemid=5. Acesso em: 20. jul. 2011.

_____. **CARTA DA 7ª FEIRA DE ECONOMIA SOLIDÁRIA DO MERCOSUL e 18ª FEICOOP - Feira Estadual do Cooperativismo.** Disponível em: <http://www.esperancacoesperanca.org.br/feicoop/index.php?option=com_content&view=article&id=1%3Aapaginainicial&Itemid=13.>. Acesso em: 20 jul. 2011

_____. **200 mil pessoas visitaram a Feira Mundial de Economia Solidária.** Disponível em: <

http://www.esperancacoesperanca.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=243:economia-solidaria-eventos-encerram-com-um-saldo-positivo-e-o-convite-ja-feito-para-o-proximo-ano&catid=39:noticias&Itemid=1.>. Acesso em: 16. Jul. 2013.

RICHARDSON, Roberto Jarry. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SINGER, Paul; SOUZA, André Ricardo de (Org.). **A economia solidária no Brasil.** São Paulo: Contexto, 2000.

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

_____. **Economia Solidária no Governo Federal. Mercado de trabalho: conjuntura e análise,** Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). nº 24, p. 3-5 ago. 2004. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/bcmt/mt_24c.pdf >. Acessado em: 10 jun. 2009.

VII. COPYRIGHT

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



RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO CALCINADOS EM COMPOSITOS CIMENTÍCIOS

SÁVIO M. C. DE ARAÚJO¹; MÁRCIA DE S. NOGUEIRA¹; MATEUS J. DA SILVA¹;
JOÃO T. DA S. NETO²; AUGUSTO C. S. BEZERRA¹

1 - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS – BRASIL; 2 - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS – BRASIL
augustobezerra@des.cefetmg.br

Resumo - A extração de matéria-prima, a deposição irregular de resíduos e o desperdício tornaram-se um problema mundial. Com isso, são necessárias mudanças e adaptações urgentes para garantia da sustentabilidade. A construção civil é uma das maiores indústrias consumidoras de matéria-prima e grande geradora de resíduos. Nesse contexto a reciclagem dos resíduos da construção e demolição (RCD) tem se apresentado como uma alternativa viável. Vários estudos foram realizados sobre o aproveitamento do RCD como agregado miúdo e graúdo em argamassas e concretos, mas são poucas as pesquisas realizadas sobre a inserção de RCD como adição na fabricação de cimentos. Este trabalho estudou a utilização de RCDs calcinados nas temperaturas de 600°C e 900°C e moídos em substituição do cimento CPV ARI em compósitos cimentícios. Para isso foram confeccionadas argamassas sem e com substituição de 35% de cimento pelo RCD calcinado e cimento hidratado calcinado. A proporção utilizada de cimento+RCD e areia normalizada foi de 1:3 com relação água e cimento de 0,48. Foram realizados ensaios de resistência à compressão nas idades de 7, 14 e 28 dias em 5 corpos-de-prova por idade. O ensaio de pozolanidade por condutividade elétrica em solução saturada por Ca(OH)₂ foi realizado com os resíduos calcinados. Os resíduos e cimento hidratado calcinados não apresentaram pozolanidade pelo método de condutividade elétrica em solução saturada por Ca(OH)₂, mas os resultados dos ensaios de resistência à compressão indicam uma possível utilização dos resíduos calcinados e moídos como adição em compósitos cimentícios.

Palavras-chave: Resíduo da Construção e Demolição. Reciclagem. Matriz Cimentícia.

I. INTRODUÇÃO

Em Belo Horizonte, o programa de reciclagem do resíduo nasceu em 1995. Segundo dados da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), este material representou 40% da coleta de recicláveis em 2008. A PBH possui três usinas de reciclagem de resíduos da construção e demolição (URCD) denominadas URCD Estoril, URCD Pampulha e URCD Aterro Sanitário. Nestas três usinas foram produzidos 360 toneladas/dia de material britado em 2009, o que representou uma substituição de 50% dos materiais convencionais de sub-bases de ruas. Essas centrais de reciclagem possuem coleta manual de plásticos e madeiras, alimentador (trator), britadores, transportador de correia, eletroímã para coleta de metais e jatos de água para evitar pó.

A usina Estoril foi a primeira a ser instalada e conta com um britador e recicla resíduos originado de demolição

de concretos e argamassas separadamente dos demais resíduos. Na URCD Aterro sanitário é produzido agregado de RCD obtido a partir da moagem de resíduos cerâmicos de construção/demolição não contaminados por gesso e material orgânico. O aterro sanitário na sua operação produzia 85% de bica corrida (material com impureza, como argilas) e pedra de mão (rachão) devido à necessidade da própria SLU para regularização do terreno alugado para o futuro aterro.

A separação é feita manualmente e visualmente, sujeita as pequenas contaminações pela parte que ficou no meio do entulho. O processo de funcionamento da usina é o seguinte: a) a triagem: inicia o processo, pela triagem dos caminhões que chegam a usina para descarregar. Se o material tiver acima de 10% de entulhos que não seja de RCD mineral, é descartado e não poderá se descarregado naquela unidade. b) a descarga é feita em local pré-estabelecido, que permita intensa movimentação com as máquinas, pá carregadeiras, conforme pode ser visto na Figura 1;



Figura 1 - Material descarregado

c) a separação é manual e visual, depois de ser espalhado no pátio, começa a retirada das impurezas dos materiais, tais como madeiras, metais, plásticos, papéis, borrachas, gesso, etc. (Figura 2).



Figura 2 - Material retirado na catação manual

d) a britagem 1 ocorre depois da separação, onde o entulho passa pelo conjunto de “pá carregadeira + britador de mandíbulas + peneirador mecânico + correia transportadora + eletroímã”. Nessa fase é separado o material bica corrida da pedra de mão (rachão). A Figura 3 apresenta a primeira etapa do processo.



Figura 3 - Britador de mandíbula + peneirador mecânico + correia transportadora + eletroímã

e) na britagem 2, depois da primeira britagem, o material originado da etapa anterior passa pelo mesmo processo, porém em mandíbulas diferentes, somente com acréscimo do “alimentador vibratório” e eliminação da pá carregadeira e do eletroímã. Como pode ser visto na Figura 4.



Figura 4 - Maquinário para fabricação dos agregados graúdos e miúdos

A granulometria gerada pela usina é a seguinte: O agregado “bica corrida” (Figura 5) é gerado pela primeira britagem, passante na peneira mecânica e separado da pedra de mão. É composto pelo rejeito misturado com muito material fino, mas que para sua finalidade que é base ou sub-base de pavimentação, não existem maiores problemas.

Agregado de pedra de mão (Figura 6) que é produto proveniente da primeira britagem não passante na peneira mecânica, e que poderá ser usada para aterro como agregado

> 6 cm é matéria-prima para geração dos agregados graúdos e miúdos.



Figura 5 - Material de bica corrida utilizada em pavimentação



Figura 6 - Pedra de mão (rachão)

Agregados graúdos e miúdos são gerados a partir do rachão pelo processo, “alimentador vibratório + britador” e um conjunto de peneiras de acordo com as normas da ABNT. Após a britagem é feita a separação de acordo com as peneiras e inicia a distribuição nas correias transportadoras respectivas, formando pilha de agregados (brita 1, brita 0 e areia). Para melhor visualização do processo podemos observar a Figura 7.

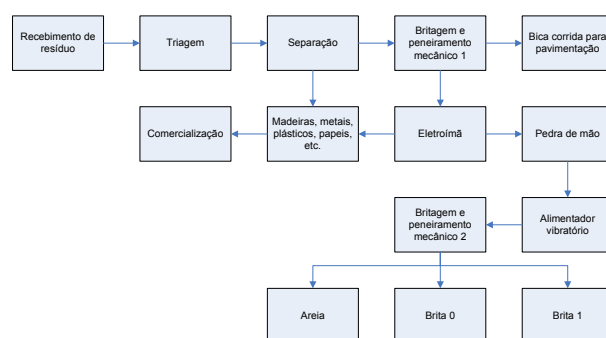


Figura 7 - Fluxograma das etapas de produção de RCD da usina aterro sanitário – Belo Horizonte

Na URCD Estoril, os resíduos são conduzidos até o pátio da usina de reciclagem, onde na chegada passa por uma verificação. Esta verificação trata de uma rápida observação visual para certificar se o material trata de resíduo de construção das classes A e B. Passado na primeira análise, o material é levado até o pátio onde é descarregado. Durante o lançamento do material é verificado se é todo composto de resíduo de obras são das classes referidas, se reprovado o material é rejeitado.

O material aprovado é lançado no pátio e espalhado por um trator, esta movimentação é chamada de trilha. Na

triagem sofre a segregação dos materiais para os vários fins. Os resíduos classe A são divididos em dois tipos, o tipo I e II. Os resíduos de Tipo I são aqueles compostos de cimentos derivados de lajes, pilares, vigas entre outros, que serão matéria-prima para a produção dos blocos de concretos. Os resíduos de Tipo II são aqueles compostos de outras matérias oriundas da construção civil como blocos cerâmicos, rebocos, telhas e outros. Os constituintes do resíduo classe A com predominância de concreto e argamassa, ou seja, de origem cimentícia (Tipo I) são separados do resíduo classe A originados de cerâmicas vermelhas e demais constituintes (Tipo II). O resíduo de origem cimentícia é colocado no pátio para ser triturado no britador, logo após é peneirado e levado para a produção de blocos de concreto. O material vermelho é separado e triturado, sendo enviado para empresas diversas da área de construção civil, onde será usada como base, sub-base ou mesmo aterro.

Os resíduos de construção e demolição foram pesquisados maciçamente com a utilização como agregados. Esta aplicação está sujeita a várias interferências inerentes ao resíduo, como resistência mecânica, porosidade e contaminações. O uso do resíduo de construção e demolição em processos industriais em que o material tivesse condições de entrar no processo industrial homogenizado e em menores percentuais seria ideal.

PAYA *et al.* (2012) mostrou que o resíduo da construção e demolição rico em cimento hidratado e carbonatado, por si só, poderia ter um uso potencial relevante e sugeriu pesquisa mais aprofundadas como geopolímero. O presente trabalho pretende contribuir para a utilização de resíduos da construção e demolição com predominância de cimentos em processos industriais, no caso na fabricação de cimentos. Acredita-se que a adição do resíduo calcinado até 35% no cimento contribuía para a sustentabilidade técnica e ambientalmente do cimento. Através da redução da extração de matéria-prima, destinação nobre para o resíduo da construção e demolição e redução das emissões de CO₂, uma vez que as temperaturas de calcinação são bem menores que a temperatura de fabricação do cimento portland.

II. PROCEDIMENTOS

Para realização do trabalho foram utilizados dois resíduos. O primeiro resíduo foi produzido em laboratório e o segundo coletado na URCD Estoril. Optou-se em utilizar o RCD Classe A do tipo I, pois o mesmo possui maior quantidade de material cimentício.

Para a produção do resíduo em laboratório foram utilizados cimento portland alta resistência inicial – CPV e água potável fornecida pela concessionária pública de abastecimento de água e coleta de esgoto. A proporção de materiais utilizada foi uma relação água e cimento de 0,50. A mistura foi realizada em argamassadeira com cuba de aço inox e batedor do tipo raquete. Após a mistura, a pasta de cimento foi vertida em forma prismática (Tipo molde de gelo) para o endurecimento e desforma depois de 24 horas. Após o desmolde os primas foram curados durante 28 dias imersos em água. Depois de curados foi realizado a britagem dos mesmos com o objetivo de aproximar a granulometria com a do RCD coletado.

Com o objetivo de ativar propriedades cimentícias e/ou pozolânicas, os RCDs foram submetidos a processos de

aquecimento. Os RCDs, tanto coletado quanto produzido em laboratório, foram aquecidos em forno mufla por 120 minutos com elevação de temperatura de 10°C por minuto e sofreram o processo de resfriamento dentro do forno. Com o objetivo de avaliar a influência da temperatura no processo de aquecimento foram utilizadas as temperaturas de 600°C e 900°C. Na Figura 8 é mostrado um esquema do aquecimento das amostras.

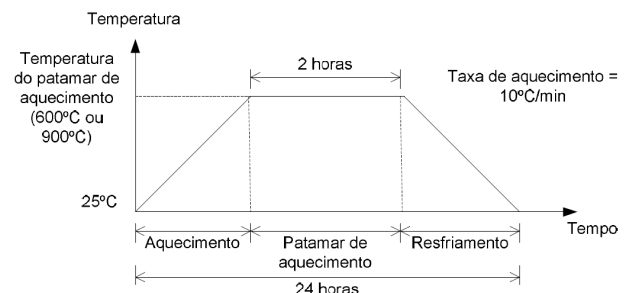


Figura 8 - Esquema de aquecimento

Ambas as amostras foram moídas e peneiradas em peneira com abertura de malha de 45µm (#325), sendo o passante superior a 90%.

Para avaliação das propriedades cimentícias e pozolânicas foram utilizados dois métodos. Foram realizados os métodos de avaliação de condutividade em solução em hidróxido de cálcio e o de Índice de Atividade Pozolânica com cimento.

Para a avaliação da reatividade das adições com o hidróxido de cálcio (pozolância) foi utilizado o método descrito por Luxan *et al.* (1989). O equipamento utilizado foi um medidor de condutividade em soluções aquosas e alcoólicas microprocessado DM-32 da marca Digimed. Os ensaios foram realizados com uma solução de hidróxido de cálcio saturada. A solução foi preparada no dia de realização do ensaio, para isso foram medidos 200 ml de água destilada. Os 200 ml foram acondicionados em um Becker e mantidos em agitação e aquecidos a 40°C em agitador magnético com aquecimento. Após a estabilização da temperatura adicionou-se 2g de hidróxido de cálcio puro.

Quando percebida a dissolução de todo Ca(OH)₂, a solução foi transferida para um balão volumétrico de um litro e adiciona água destilada até completar esse volume. A solução passou por um processo de decantação e filtragem em filtro de papel para o uso. Mediu-se 200 ml de solução de Ca(OH)₂ filtrada, que foram acondicionadas em um becker de 600ml, posicionado em cima de um agitador magnético que manteve a solução em agitação por meio da inserção de um bastão magnético dentro do Becker. O controle de agitação foi mantido na posição 2 e o controle de temperatura próximo a temperatura de 40°C. A temperatura da solução foi controlada por meio de um termômetro de mercúrio.

A determinação da atividade pozolânica prevista por Luxan (1989) consistiu em medir a pozolanicidade através da variação de condutividade de uma solução saturada de Ca(OH)₂ antes e depois de 2 minutos da pozolana ser adicionada a mistura de forma contínua na solução a 40°C (5g de pozolana para 200ml de solução). Após a adição da pozolana, a condutividade decresceu devido à menor quantidade de íons Ca⁺² e (OH)⁻ na solução, sendo o índice de atividade pozolânica definido como a relação entre a condutividade elétrica antes da pozolana ser adicionada à

solução e após o tempo decorrido de 120 segundos. É possível classificar o material medindo a condutividade elétrica da seguinte forma:

- Materiais sem atividade pozolânica: < 0,4 mS/cm.
- Materiais de atividade moderada: < 1,2 mS/cm.
- Materiais de boa atividade pozolânica: > 1,2 mS/cm.

O índice de atividade pozolânico com cimento avaliado pelo método físico de acordo com a NBR 5752 (ABNT, 1992), é calculado pela relação entre a resistência à compressão da argamassa A e da argamassa B descrita pela equação 1.

$$IAP\% = \frac{f_{cp}}{f_{cc}} \times 100 \quad (1)$$

onde:

f_{cp} - resistência à compressão média, aos 28 dias, de três corpos-de-prova (CPs) moldados com cimento Portland e material pozolânico – argamassa A;

f_{cc} - resistência à compressão média, aos 28 dias, de três corpos-de-prova moldados somente com cimento Portland como material cimentício – argamassa B.

A argamassa A deve ter substituição de 35% do volume de cimento por material pozolânico, no traço 1:3 ((65% de cimento + 35% de pozolana): areia normal), em massa. A argamassa B deve conter somente cimento Portland, no traço 1:3 (cimento: areia normal), em massa.

Apesar da demanda de água, para a trabalhabilidade requerida de acordo com o método físico de avaliação descrito pela norma NBR 5752 (ABNT, 1992) ser obtida pelo o espalhamento de 225 +/- 5mm, foram realizadas dois métodos, no primeiro optou-se por fixar a relação água cimento em 0,48, tomando como base a quantidade de cimento inicial do traço de referência (0% de Adição). A quantidade de adição para substituição do cimento foi mantida constante em 35%, pois o método utilizado para determinação da massa específica dos constituintes apresentou um elevado desvio padrão. A quantidade de cimento e de areia utilizada na composição do traço com 0% de adição (referência) foi obtida na NBR 7215 (ABNT, 1996) para a determinação da resistência à compressão do cimento portland. Foram utilizadas areias normalizadas produzidas e comercializadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) da Universidade de São Paulo (USP) de acordo com a NBR 7214 (ABNT, 1982). Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos materiais para a relação água cimento fixa (0,48).

Tabela 1 - Proporção de materiais utilizados para confecção de corpos-de-prova para a determinação do ensaio de índice de atividade pozolânica.

Materiais	Argamassa com RCD calcinado	Argamassa com pasta de cimento calcinada	Referência
Cimento	405,6	405,6	624,0
Adição	218,4	218,4	0,0
Água	300,0	300,0	300,0
Areia normal			
fração grossa	468,0	468,0	468,0
fração média grossa	468,0	468,0	468,0
fração média fina	468,0	468,0	468,0
fração fina	468,0	468,0	468,0

No segundo método foi realizada a determinação da consistência pela mesa de espalhamento, que consiste em atingir um raio de espalhamento de 225 +/- 5 mm no ensaio com a mesa de espalhamento. Este resultado determina o fator A/C (água cimento) a ser utilizado em cada amostra. O ensaio de espalhamento é necessário, pois cada amostra possui características próprias, ocasionando um consumo diferenciado de água.

Na Tabela 2 são apresentadas as proporções dos materiais para a relação água cimento variável em função do espalhamento. Este acréscimo no consumo de água a se atingir o mesmo índice de espalhamento de argamassa é devido à granulometria do RCD, aumenta a área de contato facilitando as reações hidráulicas e consumido maior volume de água.

Tabela 2 - Proporção de materiais utilizados para confecção de corpos-de-prova para a determinação do ensaio de índice de atividade pozolânica.

Materiais	Argamassa com RCD calcinado (600 - 900°C)	Argamassa com pasta de cimento calcinada (600 - 900°C)	Referência
Cimento	405,6	405,6	624,0
Adição	218,4	218,4	0,0
Água	542,1 - 537,8	530,4 - 468,0	300,0
Areia normal			
fração grossa	468,0	468,0	468,0
fração média grossa	468,0	468,0	468,0
fração média fina	468,0	468,0	468,0
fração fina	468,0	468,0	468,0

Para cada tempo de moagem são moldados cinco corpos-de-prova cilíndricos cujas dimensões são 5x10cm. A argamassa foi preparada por meio de um misturador mecânico e compactada manualmente em um molde, por um procedimento normalizado. A moldagem dos corpos-de-prova foi feita imediatamente após o amassamento e com a maior rapidez possível. Para tanto, foi necessário que o a cuba de amassamento tivesse junto aos moldes durante o adensamento. A colocação da argamassa na forma é feita com o auxílio da espátula, em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, recebendo cada camada 30 golpes uniformes com o soquete normal, homoganeamente distribuídos. Esta operação foi terminada com a rasadura do topo dos corpos-de-prova, por meio da espátula que foi deslizada sobre as bordas, dando-lhe também um ligeiro movimento de vaivém na sua direção.

Nas primeiras 24 horas de cura, os corpos-de-prova foram mantidos nas formas, sendo desmoldados após este período e colocados em recipientes hermeticamente fechados e estanques. Aos 7, 14 e 28 dias de idade, cinco corpos-de-prova foram retirados da cura e ensaiados à compressão em cada data (ABNT, 1996).

A NBR12653 (ABNT, 1992) prescreve que os materiais pozolânicos ter um índice de atividade pozolânica com cimento aos 28 dias, em relação ao controle de no mínimo 75%.

III. RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do ensaio de condutividade. Analisando o ensaio de condutividade elétrica em soluções aquosas foi percebida uma variável que

pode ter influenciado o ensaio. O ensaio é realizado em solução de hidróxido de sódio saturada e espera-se que as adições pozolânicas quando adicionadas a esta solução consumirão os íons Ca e OH, reduzindo a condutividade da solução. As adições estudadas foram de base cimentícia e acredita-se que o processo de calcinação realizado pode ter desidratado parte da pasta cimentícia presente no material. Uma vez estas adições entrando em contato com a água, as mesmas podem ter liberado Ca(OH)_2 aumentando assim a condutividade da solução.

Tabela 1 - Resultados do ensaio de condutividade

Adição	Condutividade (mS/cm a 25°C)		
	Inicial	Final	Varição
RCD calcinado a 600°C	7,520	7,176	0,344
RCD calcinado a 900°C	7,627	7,609	0,018
Cimento hidratado calcinado a 600°C	7,578	7,852	- 0,274
Cimento hidratado calcinado a 900°C	7,778	8,471	- 0,693

Na Figura 9 é possível perceber a evolução da resistência à compressão das argamassas produzidas com relação água cimento fixa, mas não foi obtido o valor de 75% da resistência à compressão da argamassa de referência, não sendo assim considerada adição com atividade pozolânica.

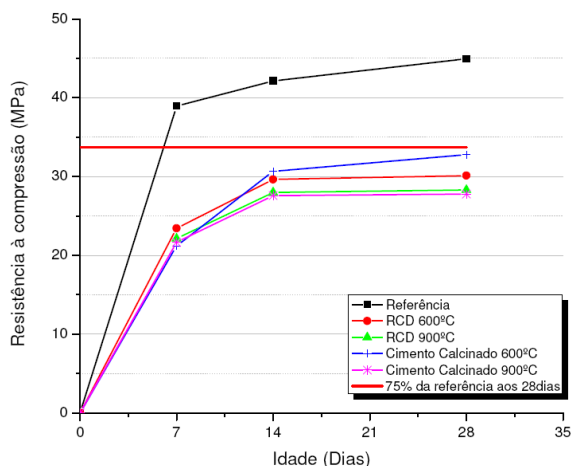


Figura 9 - Evolução da resistência à compressão (A/C fixo)

Na Figura 10 é possível perceber a evolução da resistência à compressão das argamassas produzidas com relação água cimento variável. Com a relação água cimento variável como previsto pela norma NBR 5752 (ABNT, 1992) as argamassas com as adições alcançaram os 75% da resistência à compressão da argamassa de referência, sendo assim, as adições consideradas com atividade pozolânica.

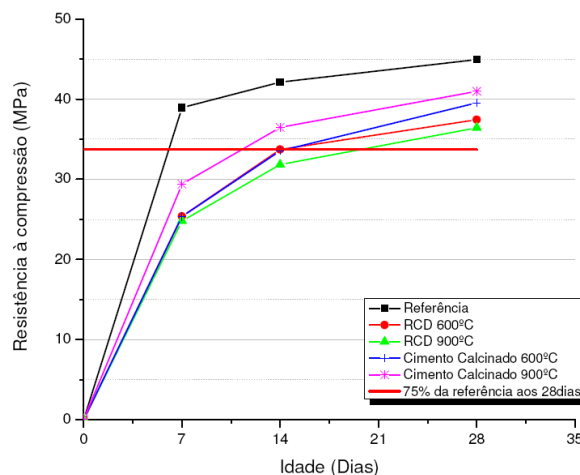


Figura 10 - Evolução da resistência à compressão (A/C variável)

IV. CONCLUSÃO

Analisando os resultados, inicialmente as adições estudadas não foram caracterizadas com pozolânicas pelo o método de LUXAN, mas avaliando os resultados de resistência à compressão pode-se perceber um grande potencial como adição no processo de fabricação do cimento, uma vez que esta aplicação pode imobilizar grande parte do resíduo de construção e demolição gerado no País.

Do ponto técnico e tecnológico existem vários aspectos a serem analisados. Primeiramente, as temperaturas utilizadas no processo de fabricação do cimento são maiores que as temperaturas de calcinação utilizadas neste trabalho. As contaminações de cerâmicas vermelhas do resíduo classe A tipo I pode ser uma possível substituição da argila utilizada no processo de fabricação do cimento. No processo de fabricação do cimento o resfriamento do clínquer ocorre de forma brusca o que contribui para o amorfismo, e por consequência para reatividade do material, e neste trabalho não foi possível realizar resfriamento brusco.

Outro ponto que a granulometria em processo industrial pode ser mais bem controlada e mais eficiente, o que pode melhorar a atuação das adições, seja como pozolanas, cimentantes e ou filler.

V. AGRADECIMENTOS

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

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Areia normal para ensaio de cimento: NBR 7214. Rio de Janeiro, 1982

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio: NBR 7215. Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Materiais pozolânicos – Determinação da atividade pozolânica com cimento Portland – Índice de atividade pozolânica com cimento: NBR 5752. Rio de Janeiro, 1992.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Materiais pozolânicos: NBR 12653. Rio de Janeiro, 1992.

Luxan, M.P.; Madruga, F.; Saavedra, J. (1989). Rapid evaluation of pozzolanic activity of natural products by conductivity measurement. *Cement and Concrete Research*, Volume 19, Issue 1, January, Pages 63-68.

J. Payá, M.V. Borrachero, J. Monzó, L. Soriano, M.M. Tashima. A new geopolymeric binder from hydrated-carbonated cement. *Materials Letters*. Volume 74, 1 May 2012, Pages 223–225.

VII. COPYRIGHT

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



APLICAÇÃO DA GESTÃO VISUAL NA OTIMIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE UM PROJETO INDUSTRIAL

NATÁLIA HENRIQUES DE SOUZA^{1,2}; VALESCA ALVES CORREA
1 – UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ; 2 – UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
naty_in03@hotmail.com

Resumo – Para uma boa gestão de um projeto é necessário que toda equipe esteja interagida e que tenham as mesmas informações acerca do projeto em que estão trabalhando. Uma forma de se conseguir isto é através da gestão visual, já que é comprovado até cientificamente que o ser humano absorve as informações essencialmente pelo que vê muito mais do que pelo que somente se escuta. Por isto, este artigo será focado na aplicação da gestão visual através da elaboração de uma obeya de um projeto com o objetivo de demonstrar como construí-la e acompanhá-la por um tempo a fim de mostrar as otimizações conseguidas com esta aplicação.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos. Gestão Visual. Obeya.

I. INTRODUÇÃO

A globalização e o aumento da competitividade exigiram das empresas a capacidade de modificar rapidamente seus conceitos operacionais e produtivos, empresas Lean (manufatura enxuta) utilizam principalmente a redução de gastos para crescerem neste ambiente competitivo. Segundo Porter (1989), a vantagem competitiva surge da maneira como as empresas desempenham suas atividades dentro da cadeia de valor.

O gerenciamento de um projeto industrial é uma atividade extremamente complexa com diversas variáveis de difícil controle (integração, escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos, materiais, contratações). Por conta desta complexidade, muitas vezes os projetos industriais acabam excedendo o prazo e o orçamento. Um gerenciamento de projetos eficaz é fundamental para o sucesso deste.

O gerenciamento de um projeto hoje exige uma integração entre as diversas áreas de uma empresa. Para que essa integração seja eficiente é necessário que as informações cheguem de forma clara, correta e rápida a todas as pessoas envolvidas no projeto. Quando as informações são bem coletadas, manipuladas e organizadas, pode-se expandir o conhecimento acerca dos negócios e com isto os projetos podem beneficiar-se sensivelmente.

As informações podem ser consideradas como um dos pilares fundamentais ou uma das premissas básicas para o eficiente desempenho de qualquer projeto. Características como precisão, coerência e alta disponibilidade são indispensáveis.

Porém, os gestores de projeto têm grandes dificuldades em visualizar de forma ampla todo o projeto, e de trocar todas as informações. A forma como as informações serão trocadas e atualizadas deverá ser a mais acessível possível e principalmente única, para evitar desencontros.

De acordo com o PMBOK (2004), existem algumas ferramentas e técnicas para distribuição das informações,

tipos e estilos de comunicação. Este trabalho será focado na aplicação da ferramenta de gestão visual, já que é comprovado cientificamente que as pessoas entendem e absorvem as informações essencialmente pela visão (83% visão). Neste sentido, foi proposta a implantação de uma OBEYA em um projeto industrial de um aumento de capacidade de produção de uma indústria automobilística, visto que é de suma importância contar com uma gestão visual que promova o acesso rápido a todas as informações e que contribua para interação e tomada de decisão participativa.

O objetivo da dissertação é apresentar um modelo conceitual de gestão visual para o gerenciamento de um projeto industrial. Sendo assim, serão apresentados os principais conceitos utilizados no desenvolvimento de Obeyas para gestão visual e mostrar as principais vantagens que podem ser obtidas com esta implantação.

Pode-se dizer especificamente que os objetivos desta dissertação são:

- Construir uma obeya bem estruturada em um projeto industrial;
- Fazer com que toda equipe do projeto esteja interagida e que percebam a importância da obeya para o bom andamento do trabalho em conjunto;
- De acordo com os resultados que serão obtidos da implantação da obeya demonstrar todas as vantagens de se utilizá-la.

II. REVISÃO DA LITERATURA

• *Gerenciamento de Projetos*

Segundo o PMBOK (2004) projeto pode ser definido com um empreendimento temporário, com objetivo de criar um produto, serviço ou resultado único.

Gerenciar um projeto inclui a definição dos objetivos e metas por meio de planejamento e controle das ações, atividades e tarefas necessárias para se concluir um projeto com êxito (VERZUH, 2000).

O PMI (Project Management Institute) desenvolveu várias práticas que auxiliam o gerente de planejamento de projetos, como pode ser vista na Figura 1.

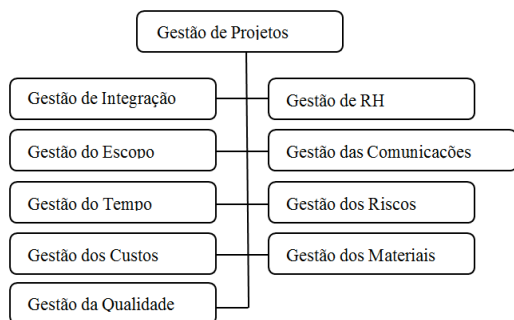


Figura 1- As Nove Áreas da Gestão de Projetos
 Fonte: Adaptado do PMBOOK, Project Management Institute (2004)

Este artigo será especificamente sobre gerenciamento da comunicação.

- Gerenciamento da Comunicação

Segundo o PMBOK (2004), o gerenciamento das comunicações do projeto é a área de conhecimento que emprega os processos necessários para garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto de forma oportuna e adequada. Os processos de gerenciamento das comunicações do projeto fornecem as ligações críticas entre pessoas e informações que são necessárias para comunicações bem-sucedidas. E incluem as seguintes fases:

Planejamento das comunicações: determinação das necessidades de informações e comunicações das partes interessadas no projeto;

Distribuição das informações: colocação das informações necessárias à disposição das partes interessadas no projeto no momento adequado;

Relatório de desempenho: coleta e distribuição das informações sobre o desempenho. Inclui o relatório de andamento, medição do progresso e previsão;

Gerenciar as partes interessadas: gerenciamento das comunicações para satisfazer os requisitos das partes interessadas no projeto e resolver problemas com elas.

Segundo o PMI, 90 % do trabalho de um gerente de projetos está ligado com as atividades através da comunicação, pois ela é a base e essência para o sucesso do projeto.

Um fator importante para o sucesso do projeto é a pronta disponibilidade de informações atualizadas e identificar as necessidades de informações das partes interessadas e determinar uma maneira adequada para atender a estas necessidades. Esta dissertação vai discutir sobre uma maneira de coletar e expor estas informações defendidas pela filosofia *Lean*, a Gestão Visual.

- *Lean Manufacturing*

O *Lean* surgiu na Toyota no Japão pós-Segunda Guerra Mundial. Seu criador foi engenheiro Taiichi Ohno. Segundo o Womack e Jones (2004), o pensamento enxuto é uma filosofia operacional, uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz oferecendo aos clientes exatamente o que eles desejam no tempo certo.

Lean manufacturing, traduzível como manufatura enxuta ou manufatura esbelta, e também chamado de

Sistema Toyota de Produção é uma filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios (superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos). Eliminando esses desperdícios, a qualidade melhora e o tempo e custo de produção diminuem.

Alguns princípios do *Lean* podem ser apresentados como sendo: Melhoria Contínua (Kaizen), Manutenção Preventiva Total (TPM), 6 Sigma, Trabalho Padronizado (standard), Just in time/Kanban, Zero Defeito, Troca Rápida (SMED), Gerenciamento Visual, Mapeamento da Cadeia de Valor e Gestão Integrada. Estes princípios estão ilustrados na Figura 2.



Figura 2- Princípios do *Lean Manufacturing*
 Fonte: Adaptado do PMBOOK (2004)

- Gestão Visual

Processos de gestão tratam da relação entre pessoas, tecnologias e processos, um dos principais instrumentos dessa relação é a comunicação, Rozenfeld (2010). A filosofia *Lean* aborda a Gestão Visual como uma excelente forma de comunicação.

A gestão visual é considerada um item chave na condução e implementação de sistemas *Lean*, é parte integrante das práticas de manutenção da identidade corporativa e gerenciamento de sistemas.

A gestão visual pode ser definida como um sistema de planejamento, controle e melhoria contínua, que integra ferramentas visuais simples, possibilitando entender através de uma rápida olhada a situação atual e os principais objetivos e processos viabilizando melhorias contínuas.

Para Mello (1998), a gestão a vista é o sistema observado por qualquer um que trabalha em determinada área que esteja de passagem, de forma que possa ter fácil entendimento e visualização das informações e/ou dados ali expostos.

Há uma grande confusão entre gestão visual e poluição visual, que são os excessos de informações que não agregam valor, como cartazes, anúncios, propagandas expostos em um ambiente como papel de parede. Hall (1987) define a comunicação visual como uma comunicação “sem palavras, sem voz”, nem excluindo nenhuma classe, sendo um verdadeiro mapa das condições da empresa para todos aqueles que possam ler sinais físicos. Ou seja, a proposta de visibilidade que a Gestão Visual oferece é o efetivo e imediato “feedback”, cujos objetivos são oferecer informações acessíveis e simples, capazes de facilitar o trabalho diário, aumentando o desejo de se trabalhar com maior qualidade.

Segundo o *Lean Institute* (2012), a gestão Visual funciona como uma rápida olhada, possibilitando que se entenda a situação, tornando-a transparente, priorizando

realmente o que é necessário. É como um sistema de planejamento, controle e melhoria contínua. É a colocação das ferramentas, indicadores de desempenho, em local fácil, resultando benefícios a organização, melhorando a compreensão sobre o funcionamento do processo, aumenta a conscientização para eliminação de desperdícios e fornece uma visualização imediata dos procedimentos operacionais padrões utilizados.

Uma gestão visual bem feita deve permitir que todos possam ver, mas principalmente entende a mesma coisa, tornando a situação transparente, ajudando a focalizar nos principais processos, a perceber as anormalidades e deve fornecer informações que gerem ações de melhorias.

Um sistema visual é composto por dispositivos visuais que são projetados intencionalmente para transmitir informações de imediato sem que seja necessário ser dita uma só palavra. Estes dispositivos podem ser de várias formas: tabelas, murais gráficos, painéis, redes de computadores, luzes (verde, vermelho, amarelo), salas de informações (obeyas).

A gestão visual pode ser tanto um quadro onde as informações serão colocadas nele ou mais moderna com uma tela *touch screen*. Os quadros físicos apresentam limitações como: perda de dados históricos do projeto e dificuldade de acesso em equipes geograficamente distribuídas, porém, os painéis de informática apesar de serem bem mais modernos, exigem um investimento bem mais elevado que pode não ser conseguido em todos os projetos. Então a tradicional gestão visual em um quadro com as informações coladas pode ser utilizada. A Figura 3 ilustra um ambiente com a aplicação desta metodologia.

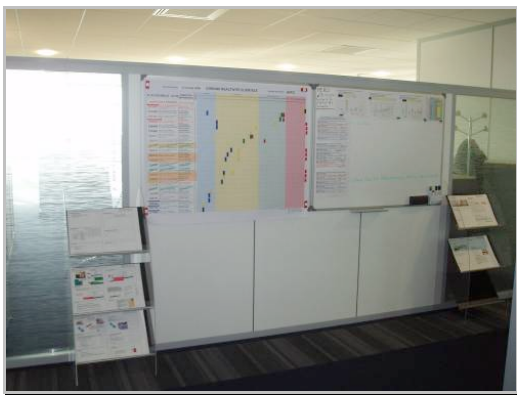


Figura 3- Gestão Visual

Fonte: <http://www.televendasecobranca.com.br/indicadores/os-indicadores-chaves-no-contact-center/>

- Obeya

Obeya, também chamada de “Big Room” é uma palavra que vem do japonês e significa: sala grande, e uma sala executiva faz jus a isso. É necessária uma grande sala em uma conveniente área da organização onde o líder possa trabalhar junto com a equipe, utilizando a gestão visual. A Obeya tem a função de tornar o trabalho em conjunto visível em um ambiente de projeto e principalmente de garantir que a liderança consiga visualizar instantaneamente a performance. Ela é a chave para tornar toda a visualização efetiva. Nela têm-se todos os elementos para se definir os objetivos, escolher as métricas vitais, planejar e revisar frequentemente o progresso e os atrasos da equipe de trabalho concorrentes, decidir quais questões necessitam

escalar para o próximo nível e capturar aprendizagem para o próximo projeto.

Segundo Morgan & Liker, 2008, a técnica obeya é representada por uma sala equipada com muitas ferramentas visuais de gerenciamento, na qual as equipes se reúnem regularmente com o engenheiro chefe para compartilhar informações entre si (gerenciamento e recolhimento de informações) e tomar decisões acerca do projeto. Num ambiente semelhante a uma sala de guerra, em que decisões são tomadas quase que imediatamente, em debate com especialistas participantes do projeto e o engenheiro chefe.

A Obeya também pode ser definida como um sistema de informação compartilhada, e para construção deste sistema, tudo começa com a liderança. Eles devem capacitar e envolver toda a equipe para que as simples ferramentas utilizadas neste sistema possam se transformar em poderosas armas que colaboram para melhorar a comunicação na equipe e que garantem que a liderança visualize instantaneamente a performance do projeto.

Segundo Gautrot obeya também pode ser definida como aplicação de técnicas de gestão visual à pilotagem de projeto. Trata-se de criar um espaço dedicado, no qual são agrupadas informações úteis a equipe do projeto para compartilhar e antecipar eventuais dificuldades e tomar boas decisões.

Alguns autores a chamam de sala de guerra, até porque o conceito é similar ao tradicional. Uma obeya contém gráficos altamente visuais, cronogramas, marcos temporais, problemas técnicos existentes, contramedidas, progresso.

O ponto mais importante da OBEYA é que cria um contexto onde as decisões são baseadas em fatos visivelmente expostos, registrados na parede, evitando decisões improvisadas.

As paredes de uma sala Obeya normalmente são dispostas de acordo com o ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir).

A primeira parede é a do planejar, ela é composta pelos planos estratégicos da empresa, o plano de melhoria contínua para cada fluxo de valor.

A parede do fazer mostra as principais atividades que estão em curso para que os planos da empresa se tornem realidade.

Em seguida vem a seção checar, normalmente a maior. Ela mostra o resultado dos esforços na empresa, o resultado de cada projeto.

Por último vem a parede ação, que mostra as contramedidas para melhorar os resultados obtidos na parede anterior, mostra também as questões e problemas identificados durante as reuniões de sala Obeya.

As Figuras 4 e 5 mostram duas representações de Obeyas.

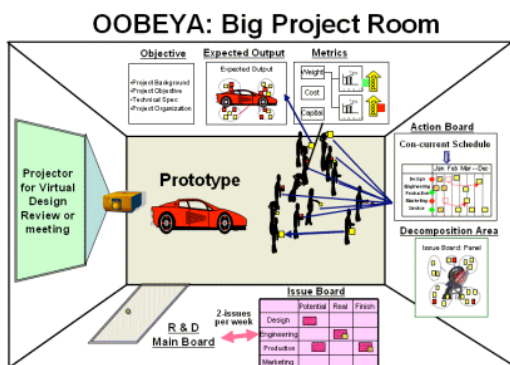


Figura 4- Obeya do Projeto de um Veículo
 Fonte: <http://qv-system.com/>



Figura 5- Modelo de uma Obeya em 3 dimensões
 Fonte: <http://www.laurentmorisseau.com/2011/09/obeya-lean-kanban.html>

III. MÉTODOS

- Coleta de Dados

Para os dados teóricos deste trabalho, foram feitas pesquisas bibliográficas e utilizado principalmente o conteúdo do PMBOK, que é um guia para gerenciamento de projetos. Ele descreve normas, métodos, processos e fornece diretrizes e conceitos relacionados ao gerenciamento de projetos.

Para conhecimento da empresa foram feitas pesquisas em sites externos e no site interno da própria (intranet). Para conhecimento sobre o projeto de aumento de capacidade de produção foi feito uma entrevista com o chefe do projeto, participações em reuniões sobre delimitação do projeto e canteiros para definição.

Para começar a conhecer as necessidades do projeto foram feitas entrevistas com pessoas que trabalham no projeto como um todo, tanto as pessoas mais gerenciais quanto os operacionais, para conseguir enxergar o que seria necessário conter nos quadros de gestão visual que fosse entendido por todos e atendesse grande parte das necessidades.

Para definir o conteúdo de toda a obeya do projeto foram realizados canteiros de dias inteiro com as pessoas chaves do projeto e realizados a primeira e mais conhecida técnica para identificação destes, o brainstorming, as pessoas foram listando todas as necessidades que vinham a cabeça com base no que estava acontecendo no projeto, com base em experiências em projetos passados na empresa ou em empresas anteriores. Foram geradas várias discussões até que uma prévia da lista ficasse pronta. E a medida que a Obeya foi sendo montada e animada, novas discussões foram geradas e os quadros vão sendo modificados de acordo as necessidades, novos indicadores vão sendo

incluídos, indicadores que são julgados não tão funcionais vão sendo retirados.

- Análise dos Dados Coletados

A partir de todas as informações coletadas sobre o projeto, e conhecendo os principais problemas e falhas da fase anterior do mesmo, observou-se a necessidade em se fazer algo com o intuito de facilitar o trabalho da equipe, evitar que os mesmos erros sejam cometidos, visando a melhoria contínua do processo de gerenciamento deste projeto. Foi possível verificar que um dos grandes problemas da equipe era a falta de comunicação entre os membros, o que gerava certos transtornos: Nem toda a equipe do projeto tem acesso as mesmas informações; Falta de visibilidade sobre o avançamento do projeto; Passa-se muito tempo em diversas reuniões sem planejamento; Os problemas são resolvidos de forma pontual, e muitas vezes voltam a acontecer; Não se tem o *feedback* do desempenho do projeto; Muitas vezes demora-se na tomada de decisão pois o problema chega tardiamente às hierarquias, ou as vezes eles são descobertos tardiamente; Falta de sincronismo entre as diferentes partes do projeto; Os plannings em alguns casos não correspondem a realidade e realização, sem visão do terreno. Optou-se então por criar salas (OBEYAS) que serão responsáveis por toda a comunicação visual relativa ao gerenciamento do projeto.

Em outros projetos de desenvolvimento de produto, talvez uma única Obeya fosse o suficiente, mas por se tratar de um projeto muito grande, com muitos integrantes e com frentes de trabalho tão diferentes para cada prédio (chaparia, pintura, montagem, utilidades) que optou-se pela criação de uma Obeya por prédio, facilitando assim também o deslocamento dos integrantes, já que cada sala na casa ficaria próxima dos principais integrantes operacionais, já que os chefes de projeto acabam sendo comum para todos os prédios, e estes deverão se deslocar para todas as salas.

- Descrição da Empresa

A fim de preservar os dados e informações a empresa estudada terá seu nome real aqui omitido, sendo tratada simplesmente por empresa. O estudo foi realizado em uma empresa do setor automobilístico pertencente a uma multinacional e é um dos oito sites de produção que compõe o grupo. A empresa está sediada no Brasil a pouco mais de 10 anos e conta com mais de cinco mil colaboradores. A fábrica produz cerca de 660 veículos por dia, divididos em sete diferentes modelos. Fisicamente ela é dividida em cinco prédios, o Administrativo, Utilidades, e os outros três: Ferragem, Pintura e Montagem Final que são interligados e formam a linha de produção.

- Descrição do Projeto

Devida necessidade de aumento de capacidade de produção por conta da demanda de mercado, a fábrica pretende implantar um projeto de aumento de capacidade de produção.

Este projeto aumentará a capacidade de produção da fábrica em 40%, para isso foi feito um estudo de todas as modificações que serão necessárias em toda fábrica e foi visto que além de aumentar a linha de produção, robotizar alguns postos de trabalho para que fiquem mais rápidos, é preciso ampliar a parte de utilidades como: mais energia

elétrica, maior estação de tratamento de água e dejetos, maior distribuição de fluidos (água potável, água gelada, água quente, gás) e ainda necessidade de aumento na estrutura para os novos funcionários que entrarão como ampliação do restaurante, dos vestiários, dos banheiros internos à linha de produção, ampliação do estacionamento de carros. E toda ampliação da estrutura para os novos funcionários deve ser com base em normas trabalhistas.

Além de ser um grande projeto e por contar com alguns agravantes, sendo os principais deles: o tempo e o custo (o tempo porque a fábrica não pode ficar por um longo período parada porque além das demandas de produção que ela tem que entregar, se torna muito complicado manter uma quantidade tão grande de efetivos se a fábrica ficar sem produzir por muito tempo, e o custo porque por se tratar de um projeto industrial, obras, maquinários fala-se de investimentos altíssimos) o projeto foi dividido em fases, o que chamaremos de Pacote de Trabalho 1 (PT1), Pacote de Trabalho 2 (PT2) e Pacote de Trabalho 3 (PT3).

Para implantar as modificações previstas para o PT1 foi realizada uma parada entre 2011/2012. Esta parada tinha uma duração prevista de 1 mês, porém devido a inúmeros problemas a fábrica só conseguiu voltar a produzir cerca de três meses depois, mesmo assim, com grandes dificuldades.

Foi verificado que grande parte destes problemas foram ocasionados dentre outras coisas pela falta ou má comunicação entre a equipe do projeto e da equipe com especialistas do assunto em outras fábricas da empresa.

Novas paradas estão sendo programadas para implantação do PT2 e PT3, o presente trabalho visa implantar a Obeya como uma forma comunicação afim de evitar que os mesmos problemas voltem a ocorrer e que os novos sejam tratados mais eficientemente.

IV. DISCUSSÃO

- Definição do Conteúdo da Obeya

Para a montagem da sala, uma das etapas mais importantes é a definição do conteúdo da Obeya, pois é necessário verificar quais informações são realmente necessárias à equipe para montar os quadros, pois informações desnecessárias tiram o foco dos envolvidos daquilo que é realmente importante.

Depois de terem sido realizados canteiros contando com a participação das pessoas chaves do projeto, pessoas de todos os níveis hierárquicos, ter sido realizado brainstorming e de terem sido analisadas todas as ideias, foi definido que seria elaborada uma OBEYA por prédio pois assim cada obeya estaria no seu gamba e foram selecionados os itens que deverão compor cada OBEYA do projeto de aumento de capacidade de produção da automobilística.

Serão eles: Organograma da Equipe, Escopo do Projeto, Semana Tipo, Ritual de Animação, Plannings, Gestão de Risco, Síntese de Indicadores, A3 de Resolução de Problemas, Compras e Custos.

Para montar os quadros, a disposição dos dados, é importante respeitar algumas premissas: lógica na sequência das informações, pertinência da informação e simplicidade, consistência e homogeneidade das informações e agrupamento das informações.

Por isto foi definido que as salas ficaram dispostas como a figura a seguir:

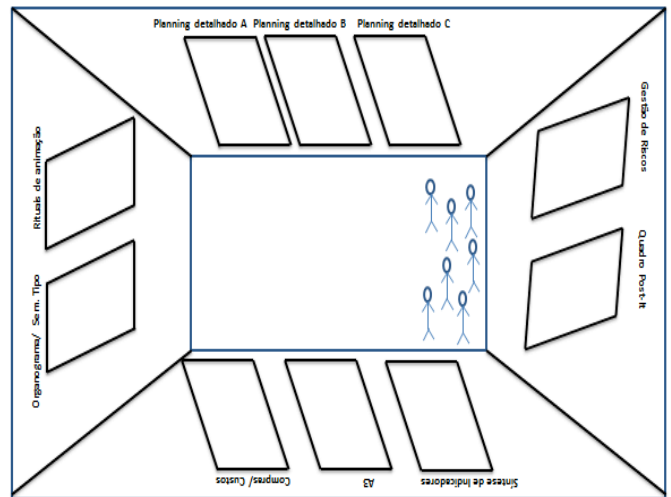


Figura 6 - Disposição da obeya do projeto
Fonte: Elaborado pelo Autor

Depois de definidos quais elementos iriam compor a sala, e qual seria a melhor disposição para estes, mãos a obras na montagem. A seguir veremos no detalhe como foram compostos os quadros e porque cada informação foi escolhida.

- Organograma: A sala começará pelo organograma da equipe do projeto, visto que é muito importante que todos se conheçam e saibam qual a função uns dos outros no projeto, e como se trata de um projeto bem grande, com muitos integrantes, pode acontecer das funções não estarem bem definidas e conhecidas, fazendo um organograma e expondo eliminamos este problema. O organograma será como o da Figura 7, porém na figura os nomes dos integrantes foram preservados.

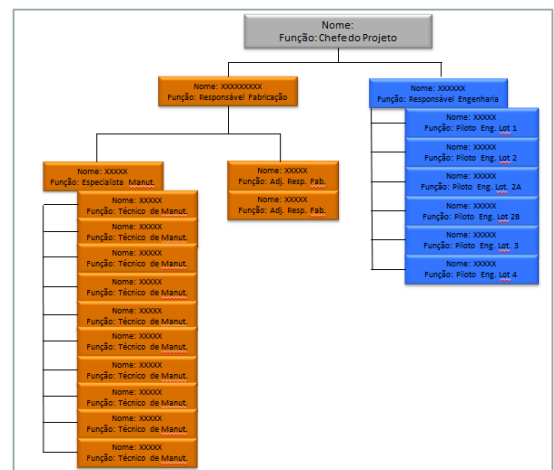


Figura7- Organograma Montagem
Fonte: Elaborado pelo Autor

- Escopo do Projeto: Em seguida deverá vir o escopo do projeto com a delimitação do que será construído no projeto e quais são suas limitações (premissas e restrições). Assim será possível checar se as entregas estão sendo desenvolvidas e serão finalizadas corretamente e tomar ações para manter o projeto nos eixos. Verificar se as entregas foram concluídas de acordo com a declaração de escopo e se atendem às especificações.

- Semana Tipo: Também conhecida como agenda tipo. É importante para que todos consigam se organizar durante a semana, para que saibam quando a sala já estará sendo usada e/ou quando e onde estarão as peças-chaves do projeto durante a semana.

- Ritual de Animação: O Ritual de animação consiste em um folheto que explica como funcionam as reuniões dentro da sala Obeya, ou seja, o que, quem, onde, quando e por que de cada reunião N1, N2, N3 e Reunião de decisão. E também vem explicando a regra de escalada de uma reunião N1 para N2 de N2 para N3 e de N3 para uma reunião de decisão.

As reuniões N1 são reuniões com as equipes operacionais, onde são tratados todos os assuntos, as reuniões de N2 são com uma hierarquia mais elevada e são tratados somente os assuntos que não foram resolvidos na reunião N1 e assim sucessivamente até a reunião de decisão, onde são tratados os assuntos de extrema relevância e urgência que passaram por todas as reuniões, mas não conseguiram ser tratados, é a última instância onde participa a alta direção.

- Plannings: O planning ou cronograma do projeto é um processo iterativo que determina as datas de início e término planejadas das atividades do projeto. O desenvolvimento deste cronograma exigiu que as estimativas de recursos fossem reexaminadas e revisadas para criar um cronograma do projeto aprovado, que possa servir como uma linha de base em relação a qual o progresso possa ser acompanhado.

O desenvolvimento deste cronograma continua durante todo o projeto conforme o trabalho se desenvolve.

O cronograma pode ser apresentado de várias formas, desde um simples Excel até um mais elaborado MSProject, que já é um programa direcionado para tal fim. No caso do projeto, a título de Obeya optou-se por utilizar o Excel pra fazer algo bem simples, sintético e visual.

- Gestão de Risco: O gerenciamento de Riscos é um conjunto de técnicas usado para identificar, analisar e responder aos riscos do projeto cujo objetivo é neutralizar os eventos negativos ou minimizar suas consequências para o objetivo do projeto e se possível maximizar a probabilidade dos eventos positivos.

Para identificar os riscos do projeto o primeiro passo foi identificar os passos a serem seguidos. Durante as reuniões na sala Obeya, os riscos vão sendo identificados, onde todos os integrantes deram suas ideias de quais seriam os riscos com relação ao novo projeto. Depois de listados os riscos foi definida a planilha a seguir, como um padrão para monitoramento dos riscos e dos seus planos de ação.

- Quadro Post-it: O plano de ação é uma ferramenta de acompanhamento de atividade amplamente utilizados. Auxilia na coordenação das equipes, pois explicita quem é o responsável por cada atividade, as datas de entrega e anotações e comentários sobre o progresso.

Com um plano de ação em mãos é possível apresentar fácil e rapidamente o andamento de atividades, as táticas utilizadas, quem executou, quando, enfim, todo o histórico das ações executadas ou previstas no âmbito aplicado.

Foi então definido que o modelo de plano de ação a ser utilizado seria o chamado quadro post-it ou quadro de tarefas que tem dupla finalidade, além de proporcionar a equipe um mecanismo eficiente para organizar o trabalho, e uma maneira visual e simplificada da quantidade de trabalho

que falta fazer de forma que seja possível identificar as tarefas que estão em curso, encerradas ou em atraso. Na Figura 8 podemos ver o exemplo de um quadro post-it.

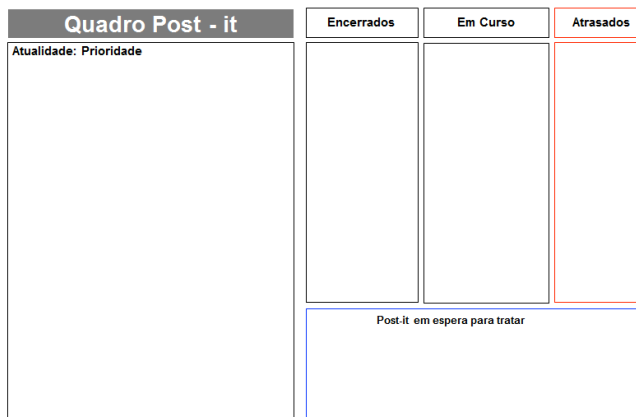


Figura 8 - Exemplo de Quadro Post-It
Fonte: Elaborado pelo Autor

- Síntese de Indicadores: Foi definida uma relação de indicadores-chaves de performance que permitem visualizar como o projeto está evoluindo de acordo com os objetivos. Foi acordado também que os indicadores serão atualizados mensalmente e disposto como na Figura 9.

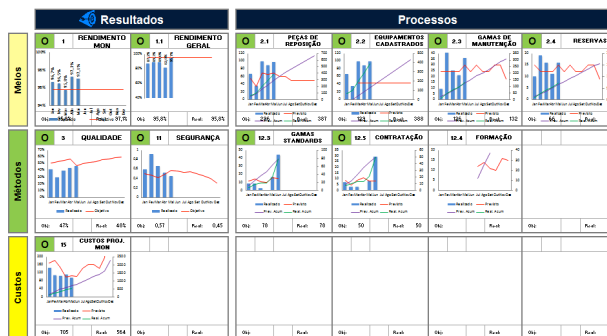


Figura 9 - Síntese de Indicadores
Fonte: Elaborado pelo Autor

- A3 de Resolução de Problemas: Como pode ser visto na análise dos dados coletados, um dos grandes problemas na gestão do projeto é que os problemas são tratados de forma pontual e não na raiz, e acabam voltando a acontecer. Para eliminar ou minimizar este problema foi introduzido o A3 de Resolução de Problemas, onde são analisadas as causas do problema, é traçado um plano de ação para resolvê-lo e para que não volte a acontecer, além de um plano de acompanhamento dessas ações, para saber se estão sendo executadas ou não e se são suficientes para eliminar o problema.

Além disso, como este A3 é exposto na Obeya e apresentado em uma das reuniões, todos da equipe passam a conhecer o problema e saber como evitá-lo, minimizando ainda mais as chances de que volte a ocorrer.

- Compras: Responsáveis pela administração dos fornecedores, contratos, acordos, divergências, multas, recursos de terceiros.

Foi percebida a importância de se fazer um seguimento de compras, pois vários atrasos de fornecedores eram justificados pelas emissões tardias dos pedidos de compras, e atrasos mesmo nos processos referentes a compras. Para este seguimento foi feito também uma síntese com vários

indicadores, dentre eles: seguimento do tempo de entrega do caderno de encargo aos fornecedores, seguimento do tempo de recebimento das propostas pelos fornecedores, tempo de escolha de um fornecedor, tempo de envio de um pedido de compras e comparativo do valor objetivo das áreas técnicas com o negociado por compras. Todos os indicadores seguem o padrão que pode ser visto na Figura 10.

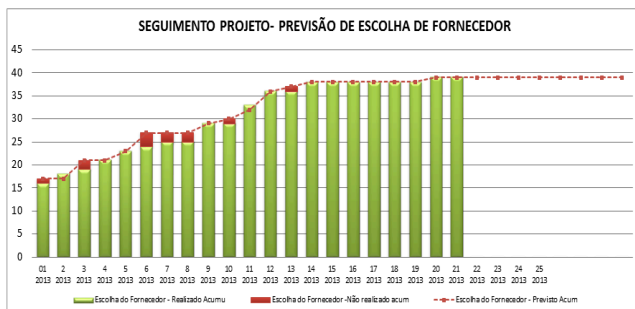


Figura10 - Modelo do Indicador de Compras
Fonte: Elaborado pelo Autor

- Custos: Por último, mas não menos importante, foi decidido fazer o seguimento dos custos do projeto, e quando falamos em custos do projeto falamos em investimentos (valores gastos com aquisição de bens como máquinas e equipamentos, construção de prédios) e despesas (alugueis, encargos) do projeto.

Este acompanhamento é de suma importância, pois grande parte dos projetos, assim como a primeira etapa deste projeto de aumento de capacidade de produção da fábrica ultrapassam os valores estimados inicialmente. O que vemos a seguir na Figura 11 é o modelo de gráfico utilizado para este acompanhamento.

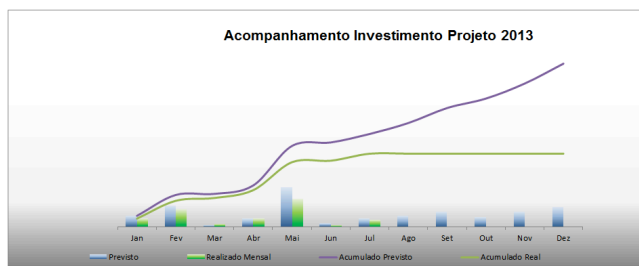


Figura11- Modelo do Indicador de Compras
Fonte: Elaborado pelo Autor

- Modo de Animação da Obeya

Apesar da obeya ser um modo de gestão visual, onde todas informações são de fácil entendimento para a equipe do projeto, foram definidas que seriam realizadas reuniões de acompanhamento nesta sala, onde todas essas informações poderão ser explicadas, discutidas, onde os problemas serão abordados e soluções serão previstas. Foi mostrado anteriormente que estas reuniões serão realizadas em 3 níveis hierárquicos e o que será mostrado agora é como estas reuniões devem acontecer, para que se obtenha o melhor resultado.

Toda a equipe deve permanecer de pé para que seja possível visualizar todas as informações.

É importante que todos os aparelhos de telefone sejam desligados durante a reunião, para que a atenção não seja desviada.

São nessas reuniões de acompanhamento que acompanharemos a real evolução do projeto, se ele está caminhando bem e como está o funcionamento da nossa sala com os elementos que decidimos acompanhar.

V. CONCLUSÃO

O uso de OBEYAs em um gerenciamento de projetos incentiva a autogestão gerando simplicidade, desburocratizando e criando valor às tarefas cotidianas da equipe de projeto para todos os membros do projeto, pois eles devem ser colocados e utilizados em um ambiente de uso coletivo.

O que torna a visualização realmente poderosa, é que ela muda comportamentos e aperfeiçoa significativamente a efetividade do trabalho em conjunto para fazer as coisas acontecerem. Isto muda o pensamento de pensar individualmente e de culpar outros para focar no problema ou processo, gerando, assim, um nível muito mais alto de engajamento e de trabalho em equipe.

A Obeya traz todos os elementos da gestão Lean juntos. Mas prender-se a uma gestão extremamente visual pode nos levar a uma calamidade, é preciso se focar e prestar atenção nas informações corretas, atualizadas, para tomar as decisões certas.

Com a construção do quadro de gestão visual e sua devida atualização e animação é possível diagnosticar melhorias como: Toda a equipe do projeto hoje tem acesso as mesmas informações, já que todas as de mais importância para a equipe são visíveis; É possível ter o feedback do avançamento do projeto; A equipe hoje consegue se planejar com relação as reuniões, já que existem semanas tipos e as reuniões são todas realizadas na mesma sala; Hoje os problemas são tratados na causa raiz, de forma duradoura, tendo uma menor probabilidade de voltarem a acontecer e as soluções são compartilhadas; As equipes estão mais direcionadas operacionalmente nas suas atividades; Os indicadores de desempenho estão centralizados, são coerentes com os objetivos do projeto e da empresa e são entendidos por toda a equipe, tendo uma real razão de existirem; Melhor tomada de decisão no momento correto, no nível correto e com consenso; Bom sincronismo entre as diferentes partes do projeto.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GAUTROT, Stephane. Obeya et Management visuel en mode projet redonnez envie a vos equipes. Disponível em: <[www.Expo_progiels.com/obeya_et_management_visuel_en_mode_projet_redonnez_envie a vos equipes fr4302.html](http://www.Expo_progiels.com/obeya_et_management_visuel_en_mode_projet_redonnez_envie_a_vos_equipes_fr4302.html)>. Acesso em 08 de mai. 2013.
- HALL, R. W. Attaining Manufacturing Excellence – Just in Time, Total Quality, Total People Involvement. Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1987
- MELLO, Carlos H. P. Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000. Tese de Mestrado, Itajubá: EFEI, 1998.
- MORGAN, James M.; LIKER, Jeffrey K.. Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: Integrando Pessoas, Processo e Tecnologia. Tradução: Raul Rubenich, Porto Alegre, RS: Bookman, 2008.

PMI, Project Management Institute (2004). A guide to the Project management body of knowledge – PMBOK. 3rd edition. Philadelphia: Project Management Institute, 2004.

PORTER, M. Vantagem Competitiva - Criando e Sustentando um Desempenho Superior. 17a ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

ROZENFELD, H. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2010.

VERZUH, E. MBA Compacto Gestão de Projetos. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

WOMACK, James. P.; JONES, Daniel. T; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

VI. COPYRIGHT

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



DIFERENCIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA QUANTO À TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

GUSTAVO ANDRÉ COLOMBO¹; AURÉLIO VAZ-DE-MELO¹; MARKUS TAUBINGER¹; ANDRÉ SILVA DE SOUSA¹; JOSÉ GUILHERME CARNEIRO SILVA¹; ELIAS GOMES DA SILVA¹; EDUARDO ALVES DE FARIA¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

colombo@uft.edu.br

Resumo - Com o objetivo de identificar genótipos de soja tolerantes ao Al^{3+} com potencial para serem genitores em programas de melhoramento genético de soja para o Estado do Tocantins, foram conduzidos ensaios na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, onde avaliou-se seis genótipos de soja em seis concentrações de Al^{3+} (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 $mg L^{-1}$) em solução nutritiva. O experimento foi instalado em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Avaliado o comprimento do sistema radicular e a massa seca de raiz, caule e folhas, os genótipos BRS-257 e BRSMG-800 apresentaram comportamento superior, com as maiores médias, os quais foram classificados como tolerantes a presença do alumínio tóxico. Os genótipos MSOY-9144 RR e A7002 apresentaram as menores médias, em clara demonstração de sensibilidade ao estresse por alumínio. As concentrações intermediárias de 0,4 a 0,6 $mg L^{-1}$ de Al^{3+} permitiram diferenciar os genótipos perante o estresse submetido, e selecionar potenciais genitores a programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: *Glycine Max. Melhoramento Genético. Estresse Abiótico.*

Abstract – Aiming to identify soybean genotypes tolerant to Al^{3+} with the potential to be parents in the breeding program of soybeans in the state of Tocantins, experiments were conducted at the experimental station of the Universidade Federal do Tocantins – Gurupi Campus, which we assessed six soybean genotypes in six concentrations of Al^{3+} (0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0 $mg L^{-1}$) in nutrient solution. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design with four replications. Rated the root system length and dry weight of root, stem and leaves, genotypes BRSMG-800 and BRS-257 showed superior behavior with the highest averages, which were classified as tolerant to the presence of toxic aluminum. Genotypes MSOY-9144 RR and A7002 had the lowest averages in specific performance sensitivity to aluminum stress. Intermediate concentrations 0.4 to 0.6 $mg L^{-1}$ Al^{3+} allow to differentiate genotypes subjected to the stress, and select potential parents to breeding programs.

Keywords: *Glycine Max. Breeding. Abiotic Stress.*

I. INTRODUÇÃO

A produção mundial de soja na safra 2012/2013 foi de 269,6 milhões de toneladas, cultivada em uma área de 108,5 milhões de hectares, das quais, os EUA, maior produtor da oleaginosa, colaborou com 89,06 milhões de toneladas (USDA, 2012). Já o Brasil, segundo maior produtor, registou um acréscimo de 24 % na produção, em relação a safra anterior, com 82 milhões de toneladas, em uma área de

27,6 milhões de hectares, apenas 8% superior (CONAB, 2013).

No Brasil, as novas fronteiras agrícolas, com grande expansão do cultivo de cereais, localizam-se em regiões do bioma Cerrado, cujo apresenta problemas de acidez e toxidez por alumínio (Al^{3+}), característicos de regiões tropicais e subtropicais úmidas, onde a precipitação pluviométrica é intensa, a qual favorece a lixiviação de nutrientes de reação alcalina presentes na solução do solo (REIS *et al.*, 2009). A neutralização do Al^{3+} , por meio do emprego de corretivos em larga escala, é, na maioria dos casos, economicamente inviável pelo custo da aquisição e transporte. A acidez dos solos, com Al^{3+} em concentrações tóxicas e baixa disponibilidade de elementos essenciais, exige aplicações de calcário e fertilizantes para sua adequada utilização agrícola (HARTWIG *et al.*, 2007).

Os mecanismos de ação fitotóxica do alumínio afetam a divisão e expansão celular e causam desorganização da membrana plasmática e inibição da absorção de íons. Alguns desses efeitos são visualizados pelo menor crescimento e engrossamento do sistema radicular (BARCELÓ; POSCHENRIEDER, 2002), resultando em menor volume de solo explorado pelas raízes, prejudicando a absorção de água e nutrientes (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005). E com o sistema radicular concentrado na camada superficial do solo, as plantas ficam expostas a situações estressantes como déficits hídricos e variações de temperatura do solo, além de, quando as plantas atingem certo desenvolvimento, as mesmas podem tombar devido a incidência de ventos ou chuvas de maiores intensidades.

De acordo com Costa *et al.*, (2004) os programas de melhoramento genético da soja são essenciais para atender a crescente demanda por maiores produtividade, possibilitando aumento de variabilidade e conseqüente ampliação da base genética, além da seleção dos melhores genótipos de uma população capaz de superar os patamares de produtividade de grãos. Porém, de modo geral, os programas de melhoramento têm concentrado esforços na obtenção de cultivares mais produtivas, porém dependentes de maior utilização de corretivos e fertilizantes usados na recuperação da fertilidade dos solos (FARIA *et al.*, 2007).

Neste contexto, a identificação de genótipos com características de tolerância ao alumínio tóxico para utilização como potenciais genitores apresenta papel primordial no sucesso de um programa de melhoramento. Assim, uma das atribuições mais importantes do melhorista de plantas é identificar metodologias e critérios de seleção capazes de promover alterações, no sentido desejado, nas

características de interesse dentro de um programa de melhoramento (REIS *et al.*, 2004).

O sucesso na caracterização de genótipos com tolerância ao alumínio passa pela escolha do método e características avaliadas. Para a cultura da soja, a literatura apresenta um consenso de que características baseadas no desenvolvimento do sistema radicular são os melhores critérios para a avaliação da tolerância (COELHO & VESTENA, 2010). Principalmente em experimentos de seleção de genótipos, devido o primeiro sintoma de toxidez de Al^{3+} ser a inibição da elongação da raiz, que ocorre extremamente rápido, cerca de uma a duas horas após a exposição ao mesmo (KOCHIAN, 1995). Essa metodologia é favorecida, também, por não apresentar as desvantagens do trabalho em campo, o qual está sujeito às intempéries do meio ambiente, bem como a doenças e pragas, que interferem de forma negativa na precisão experimental. (ECHART & CAVALLI-MOLINA, 2001).

A utilização do cultivo vegetal em solução nutritiva tem se mostrado muito usual em programas de melhoramento, por constituir um meio rápido e bastante eficiente, com a possibilidade de avaliação e seleção de um grande número de genótipos em pouco tempo (SILVA *et al.*, 2007).

Entretanto, a grande diversidade genética existente dentro de uma população requer constantemente avaliação de genótipos com o intuito de identificar indivíduos com maior efeito segregante, de forma que, estes sejam introduzidos em programas de melhoramento voltado às características de estresses em solos de cerrado.

Com base nessas considerações, objetivou-se com o presente trabalho a fenotipagem de genótipos de soja em condições de estresse de alumínio em solução nutritiva como método de seleção precoce, além de classificar e selecionar genótipos de soja quanto à tolerância ao estresse, promissores na seleção de progênies.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi - TO (280 m de altitude, nas coordenadas 11°43'45" S e 49°04'07" W).

Foi realizado, em casa de vegetação, um ensaio onde foram avaliados seis genótipos de soja em solução nutritiva com diferentes concentrações de alumínio (Tabela 1). O experimento ocorreu em blocos casualizados, com quatro repetições, onde as parcelas foram constituídas de um vaso com uma planta.

Tabela 1- Descrição de genótipos de soja avaliados quanto a tolerância ao estresse de alumínio em solução nutritiva.

Identificação do genótipo	Nome comercial
1	MSOY-9144 RR
2	MSOY-9056 RR
3	A7002
4	BRS-257
5	JULIANA RR
6	BRSMG-800

As sementes dos seis genótipos de soja foram colocadas para germinar em papel de filtro, distribuídas 1 cm entre si. O papel foi enrolado e umedecido em água destilada. Estes rolos foram acondicionados em germinador

à temperatura de 25°C. Após 60 horas os rolos foram retirados do germinador e as plântulas foram selecionadas quanto à uniformidade. Posteriormente, essas plântulas foram acondicionadas individualmente em vasos plásticos.

No cultivo das plântulas de soja utilizou-se a metodologia do vaso duplo compartilhado, adaptada de Cardoso *et al.* (2004), onde vasos plásticos de 0,5 dm³, contendo areia lavada foram sobrepostos, com o auxílio de um suporte, a uma bandeja polietileno medindo 45 cm de comprimento, 30 cm de largura e 12,0 cm de profundidade, contendo solução nutritiva, com auxílio de suporte (Figura 1). Nos vasos duplos compartilhados, parte das raízes cresceu em meio líquido e parte em meio sólido, evitando a necessidade da aeração da mesma.

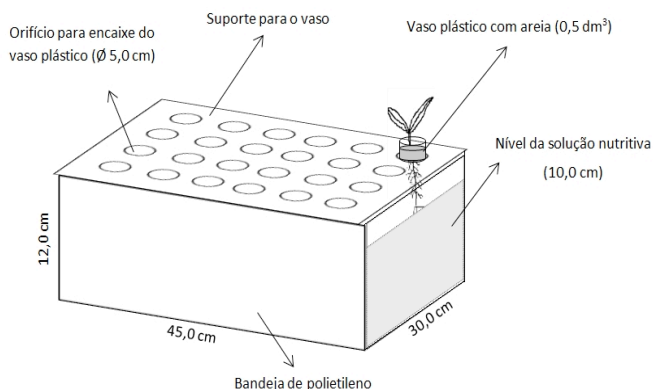


Figura 1 - Ilustração do vaso duplo compartilhado, adaptado de Cardoso *et al.* (2004)

As plântulas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva semelhante à definida por Furlani & Hanna (1984), cuja composição constituiu dos seguintes nutrientes (ppm): N-NO₃ = 137; P = 8; K = 141; Ca = 75; Mg = 17; Cl = 33; S = 54; Mn = 0,5; B = 0,3; Fe = 3,6. Os tratamentos foram distribuídos em concentrações crescentes de estresse de Al^{3+} (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mg L⁻¹). O alumínio foi adicionado à solução nutritiva na forma de alumínio – potássico dodecaidratado ($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$).

Em intervalos de cinco dias foram realizadas as avaliações do comprimento do sistema radicular (CSR), medido em centímetros, desde a base do recipiente plástico até extremidade da raiz principal. Após 25 dias decorridos da germinação, as plantas foram colhidas e separadas as raízes, caule e folhas. Posteriormente foram identificadas, acomodadas em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 60°C, durante 72 horas, até atingir massa constante. Após esse prazo foi realizada a pesagem do material, em balança de precisão com capela, no intuito de determinar a massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC) e massa seca das folhas (MSF), em gramas.

Com os resultados obtidos nas avaliações foram realizadas as análises de regressões, sendo os dados ajustados as respectivas equações de regressão, com significância dos coeficientes de regressão determinado pelo teste t, utilizando-se o aplicativo computacional SigmaPlot.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O comprimento do sistema radicular (CSR) dos genótipos 3, 4 e 5, em função do aumento da concentração

de Al^{3+} , apresentou comportamento quadrático positivo. Os genótipos 1 e 2 obtiveram comportamento contrário, ou seja, quadrático negativo. O genótipo 6 apresentou comportamento linear negativo. Os coeficientes de determinação foram significativos ($p \leq 0,01$) em todos os genótipos. O mesmo foi observado em ambos os coeficientes de regressão ($\beta-1$ e $\beta-2$). O aumento nas concentrações de alumínio tóxico promoveu efeito significativo sobre o comprimento de raiz dos genótipos de soja (Figura 2).

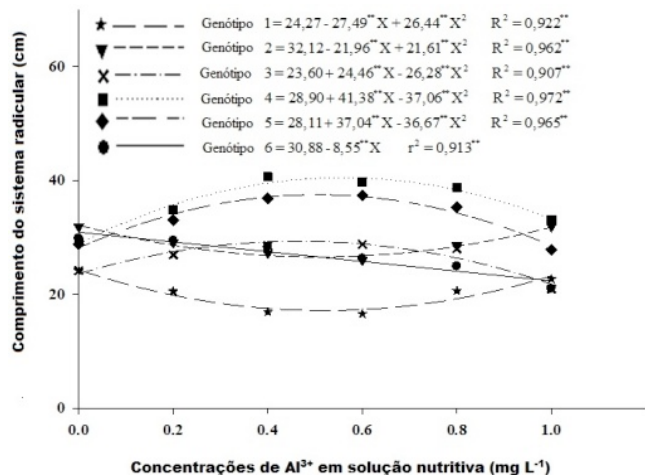


Figura 2 - Médias de comprimento do sistema radicular de seis genótipos de soja em função de diferentes concentrações de Al^{3+} em solução nutritiva. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

O intervalo de concentração de Al^{3+} de 0,4 a 0,6 $mg L^{-1}$ proporcionou maior diferença entre os genótipos, com comportamentos distintos quanto ao CSR. O genótipo 4 obteve ponto máximo de CSR na concentração de 0,4 $mg L^{-1}$, enquanto o genótipo 1 obteve os menores valores de CSR, com ponto mínimo de CSR na concentração de 0,6 $mg L^{-1}$.

Visto que os genótipos 1 e 2 foram influenciados positivamente, com aumento do CSR a partir do acréscimo concentrações Al^{3+} de 0,6 $mg L^{-1}$ para 1,0 $mg L^{-1}$, observa-se, então, a aparição do fenômeno denominado hormese, que se remete ao estímulo no desempenho de um organismo por pequenas exposições a agentes que, teoricamente, seriam prejudiciais ou tóxicos ao mesmo (FORBES, 2000). Segundo Marschner (1990), para espécies de plantas com alta tolerância ao alumínio, baixos níveis deste metal podem favorecer o crescimento de plantas superiores, por reduzir a eletronegatividade da superfície celular fazendo com que os efeitos lesivos do excesso de prótons sobre as áreas sensíveis sejam amenizadas (BALUSKA *et al.*, 2003). Este comportamento é relatado por Konishi (1992) na cultura de chá (*Camellia sinensis* L.), Marin *et al.* (2004), em plântulas de feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) e Szymanska & Molas, (1996), em plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.), sem causar efeito tóxico, agindo diretamente sobre o alongamento das raízes (YAMAMOTO *et al.*, 2002).

O fenômeno denominado hormese tem sido alvo de estudos visando compreender os mecanismos que envolvem os estímulos em baixas concentrações e inibição em concentrações mais elevadas de alumínio. Recentemente também foi descrito através da análise de danos na estrutura do DNA de *Allium cepa* (ACHARY; PANDA, 2010),

quando os autores descreveram um papel protetor observado em baixas concentrações de alumínio.

Os genótipos 1, 2 e 6, quando submetidos às doses crescentes de alumínio, apresentaram redução no CSR, em função do atrofiamento das raízes primárias, o que evidenciou a sensibilidade destes a presença do mineral. Autores como Matsumoto (2000) e Kochian (1995) relatam que, em plantas sensíveis ao alumínio, no primeiro momento de exposição ao estresse, o Al^{3+} inibe a expansão das células das raízes, e depois a divisão celular também passa a ser inibida, devido entre outros motivos, o sítio da toxicidade do Al^{3+} estar localizado no ápice da raiz.

Com relação à massa seca do sistema radicular (MSR) todos os genótipos, em função do aumento da concentração de Al^{3+} , apresentaram comportamentos quadráticos negativos, observado significância ($p \leq 0,01$) quanto aos betas e os coeficientes de determinação da regressão. Os genótipos 1 e 5 obtiveram os menores pontos de acúmulo de MSR nas concentrações 0,4 $mg L^{-1}$ e 0,8 $mg L^{-1}$, respectivamente. Entretanto, os genótipos 4 e 6, independente das concentrações de Al^{3+} , apresentaram as maiores médias de MSR, com ponto de máximo acúmulo na concentração de 1,0 $mg L^{-1}$ (Figura 3).

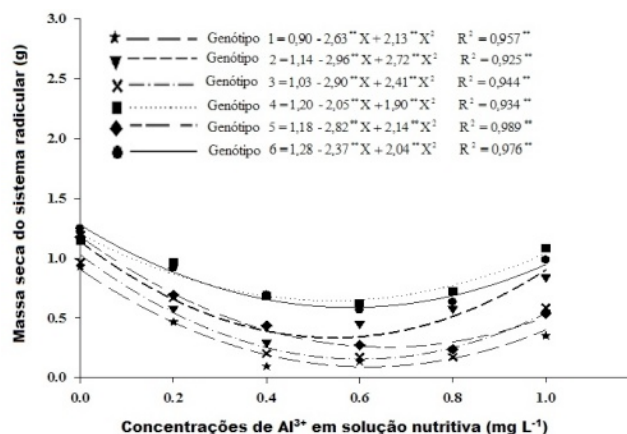


Figura 3 - Médias de massa seca do sistema radicular de seis genótipos de soja em função de diferentes concentrações de Al^{3+} em solução nutritiva. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Todos os genótipos obtiveram seus pontos máximo de MSR na solução nutritiva com ausência de Al^{3+} , e a concentração de Al^{3+} de 0,6 $mg L^{-1}$ proporcionou maior diferença entre os genótipos, com comportamentos distintos quanto ao acúmulo de MSR. Menosso *et al.* (2001), em seus trabalhos com genótipos de soja, observou que as maiores diferenças nas características do sistema radicular foram verificadas na concentração de 0,5 $mg L^{-1}$ de Al^{3+} .

A literatura relata que esta diferença dos genótipos perante o ambiente estressante refere a mecanismos fisiológicos particulares de indivíduos com capacidade de conviver com a moléstia imposta. Estas plantas desenvolveram a habilidade de excluir o Al^{3+} em espaços intracelulares dos tecidos radiculares, cujo mecanismo tem recebido cada vez mais atenção na pesquisa de plantas (CAI *et al.*, 2011).

Quanto a massa seca das folhas (MSF), os genótipos apresentaram comportamento quadrático e significativo, onde 83,3 % destes alcançaram maiores acúmulos de MSF na ausência de Al^{3+} . Os genótipos 1 e 3 apresentaram sensibilidade ao estresse de alumínio, com os menores

acúmulos de MSF na concentrações de 0,4 mg L⁻¹ e 0,6 mg L⁻¹, respectivamente. Diferentemente, o genótipo 6 apresentou tolerância ao estresse de alumínio, que, em comparação com a ausência do mineral, apresentou incremento de 22 % na MSF, com acúmulo máximo na concentração de 1,0 mg L⁻¹ (Figura 4).

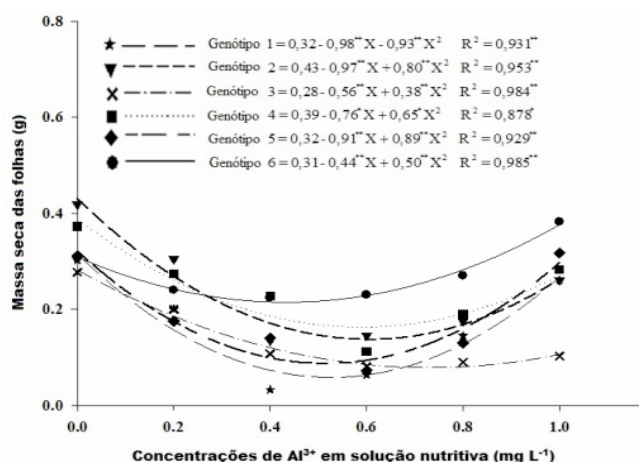


Figura 4 - Médias de massa seca de folha de seis genótipos de soja em função de diferentes concentrações de Al³⁺ em solução nutritiva. ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

Novamente, o genótipo 6 apresentou comportamento de tolerância ao estresse por alumínio, que mesmo não havendo a análise nutricional da matéria seca, pode-se vincular ao fato deste ter apresentado maior acúmulo de MSR, onde uma planta com sistema radicular superior é beneficiada por explorar de forma mais abrangente o meio de cultivo, e assim absorver maiores taxas de nutrientes, que são convertidos em acúmulo de biomassa na parte aérea da planta (TAIZ & ZEIGER, 2009).

De acordo com Martins *et al.* (2011) o alumínio, quando presente em grandes concentrações na solução do solo, pode conduzir à complexação de minerais, como fósforo, na superfície radicular, em formas não absorvíveis pela planta, impedindo sua assimilação. Comprometendo assim, o metabolismo vegetal e resultando em menor incremento na parte aérea.

Em plantas que sofreram decréscimo do crescimento das raízes quando expostas a toxidez de alumínio é possível constatar a diminuição de produção de biomassa da parte aérea, como, por exemplo, o genótipo 1, cujo apresentou os menores valores de CSR, MSR e MSF. Autores vinculam essa redução de índices produtivos à diminuição da atividade fotossintética, decorrente de injúrias causadas na formação e na função do cloroplasto, afetando as membranas do tilacóide e o transporte de elétrons e interferindo de forma direta na taxa de assimilação de gás carbônico (GORDIN *et al.*, 2013; TABALDI *et al.*, 2007; KONRAD *et al.*, 2005).

Todos os genótipos apresentaram comportamento quadrático do acúmulo de massa seca de caule (MSC) em função do aumento das concentrações de Al³⁺. Contudo, apenas o genótipo 1 obteve comportamento quadrático positivo, onde os demais apresentaram comportamento quadrático negativo, com significância ($p \leq 0,01$) quanto aos betas e os coeficientes de determinação da regressão em todas as equações. Observou-se que 83,3 % dos genótipos

apresentaram as maiores médias de MSC na ausência de Al³⁺ (Figura 5).

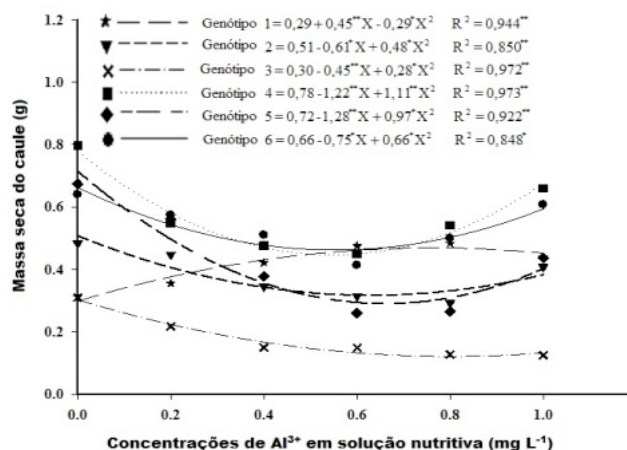


Figura 5 - Médias de massa seca do caule de seis genótipos de soja em função de diferentes concentrações de Al³⁺ em solução nutritiva. ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

O genótipo 3 apresentou as menores médias de MSC entre todos os genótipos quando submetidos ao estresse por alumínio, com ponto de mínimo acúmulo na concentração de 1,0 mg L⁻¹ de Al³⁺, comportamento que, aliado as baixas médias de MSF, o consolidam como um genótipo com elevada sensibilidade ao mineral.

Os genótipos 4 e 6 apresentaram comportamento de tolerância ao estresse por alumínio, por, apesar de obterem o máximo acúmulo de MSC na ausência de Al³⁺, quando submetidos a crescentes concentrações do mineral, alcançaram o incremento máximo em MSC na concentração de 1,0 mg L⁻¹ de Al³⁺, diferindo-se dos resultados iniciais em apenas 18 % e 2,5 %, respectivamente. Tal desempenho, somado ao fato destes genótipos também apresentarem os melhores desempenhos em CSR, MSR e MSF, ratifica-os como promissores à introdução em programas de melhoramento genéticos focados na obtenção de genótipos de soja tolerantes ao estresse por alumínio.

IV. CONCLUSÃO

O cultivo de genótipos de soja em solução nutritiva como método de seleção precoce para tolerância ao Al³⁺ permitiu a discriminação e exclusão dos genótipos sensíveis ao alumínio.

As concentrações intermediárias de 0,4 a 0,6 mg L⁻¹ de Al³⁺ são as mais recomendadas para seleção de genótipos de soja contrastantes quanto à tolerância ao Al³⁺.

Os genótipos BRS-257 e BRSMG-800 são classificados como tolerantes ao efeito tóxico do Al³⁺.

Os genótipos MSOY-9144 RR e A7002 são classificados como sensíveis ao efeito tóxico do Al³⁺.

Os genótipos BRS-257 e BRSMG-800 são promissores para obtenção de populações segregantes com variabilidade superior para tolerância ao alumínio tóxico.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARY, V.M.M.; PANDA, B.B. Aluminium-induced DNA damage and adaptive response to genotoxic stress in

- plant cells are mediated through reactive oxygen intermediates. **Mutagenesis**, v.25, n.2, p.201-209, 2010.
- ANDRADE JUNIOR, V.C.; MOTA, J.H.; CASTRO, N.E.A. Avaliação da tolerância a alumínio de dois genótipos de sorgo. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.4, n.8, 2005.
- BALUSKA, F.; SAMAJ, J.; WOJTASZEK, P.; VOLKMANN, D.; MENZEL, D. Cytoskeletonplasma membrane-cell wall continuum in plants. **Plant Physiology**, v.133, p.482-491, 2003.
- BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Fast root growth responses, root exudates, and internal detoxification as clues to the mechanisms of aluminium toxicity and resistance: a review. **Environmental and Experimental Botany**, v.48, n.1, p.75-92, 2002.
- CAI, M.Z.; WANG, F.M.; LI, R.F.; ZHANG, S.N.; WANG, N.; XU, G.D. Response and tolerance of root border cells to aluminum toxicity in soybean seedlings. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.105 p.966-971, 2011.
- CARDOSO, I.M.; BODDINGTON, C.L.; JANSSEN, B.H.; OENEMA, O.; KUYPER, T.W. Double pot and double compartment: Integrating two approaches to study nutrient uptake by arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, v.260, p.301-310, 2004.
- COELHO, C.H.M.; VESTENA, S. Avaliação de índices fenotípicos de milho à tolerância ao alumínio. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.17, p.44-55, 2010.
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2013**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf. Acesso em: 01 Ago. 2013.
- COSTA, M.M.; DI MAURO, A.O.; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; ARRIEL, N.H.C.; BÁRBARO, I.M.; MUNIZ, F.R.S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1095-1102, 2004.
- ECHART, C.L.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Revista Ciência Rural**, v.31, p.531-541, 2001.
- FARIA, A.P.; JÚNIOR, N.D.S.F.; DESTRO, D.; FARIA, R.T. Ganho genético na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, p.71-78, 2007.
- FORBES, V.E. Is hormesis an evolutionary expectation? **Funct. Ecol.**, v.14, p.12-24, 2000.
- FURLANI, P.R.; HANNA, L.G. Avaliação da tolerância de plantas de arroz e milho ao alumínio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, n.2, p.205-208, 1984.
- GORDIN, C.R.B.; MARQUES, R.F., ROSA, R.J.M.; DOS SANTOS, A.M.; SCALON, S.D.P.Q. Emergência de plântulas e crescimento inicial do pinhão manso exposto a alumínio. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.1, p.147-156, 2013.
- HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; BERTAN, I.; SILVA, J.A.G.; SCHMIDT, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; MAIA, L.C.; FONSECA, D.N.R.; REIS, C.E.S. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, p.219-228, 2007.
- KOCHIAN, L.V. Cellular mechanisms of aluminium toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 46, p. 237-260, 1995.
- KONISHI, S. Promotive effects of aluminium on tea plant growth. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v.26, p.26-26, 1992.
- KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.
- MARIN, A.; SANTOS, D.M.M.; BANZATTO, D.A.; FERRAUDO, A.S. Germinação de sementes de guandu sob efeito da disponibilidade hídrica e de doses subletais de alumínio. **Bragantia**, v.63, p.13-24, 2004.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 1995. 889p.
- MATSUMOTO, H. Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants. **International Review Cytology**, v.200, p.1-46, 2000.
- MENOSSO, O.G.; COSTA, J.A.; ANGHINONI, I.; BOHNEM, H. Tolerância de genótipos de soja ao alumínio em solução. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2157-2166, 2000.
- REIS, C.E.S.; SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MARTINS, J.L.; FINATTO, T.; CRESTANI, M. Caracterização de cultivares de aveia quanto à tolerância à toxicidade do alumínio, avaliadas em hidroponia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.15, p.57-64, 2009.
- SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, J.L.M. Tolerância ao alumínio em cultivares de aveia branca sob cultivo hidropônico. **Bragantia**, v.66, p.587-593, 2007.
- SZYMANSKA, M.; MOLAS, J. The effect of aluminium on early development stages of *Cucumis sativus* L. **Folia Horticulturae**, v.8, p.73-83, 1996.
- TABALDI, L.A.; NICOLOSO, F.T.; CASTRO, G.Y.; KARNEGLUTTI, D.; GONÇALVES, J.F.; RAUBER, R.; SKREBSKY, E.C.; SCHETINGER, M.R.C.; MORSCH, V.M.; BISOGNIN, D.A. Physiological and oxidative stress responses of four potato clones to aluminum in nutrient solution. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.3, p.211-222, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 722 p.
- USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soybean American guide**. Agricultural Marketing Service, 2012. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov>>. Acesso em: 01 Ago. 2013.
- YAMAMOTO, Y.; KOBAYASHI, Y.; DEVI, S.R.; RIKIISHI, S.; MATSUMOTO, H. Aluminium toxicity is associated with mitochondrial dysfunction and the production of reactive oxygen species in plant cells. **Plant Physiology**, v.128, p.63-72, 2002.

VI. COPYRIGHT

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



ATENDIMENTO ESCOLAR DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UM OLHAR SOBRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO NO BRASIL

PALOMA MIRANDA GONÇALVES¹; HAYDÉA MARIA M. DE SANT'ANNA REIS¹; ELINE DAS FLORES VICTER¹

1 – UNIGRANRIO – PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
palomamiranda@oi.com.br; hmaria@unigranrio.com.br; elineflores@hotmail.com

Resumo - Neste estudo foram abordados alguns temas determinantes sobre o atendimento escolar de alunos com deficiência visual, quais sejam: os conceitos de Educação Inclusiva, Deficiência visual e Cegueira; o desenvolvimento e a aprendizagem de alunos com deficiência visual; as Legislações voltadas para a Educação Especial no Brasil que orientam a promoção dos deficientes visuais no ensino regular; e as transformações necessárias para a consolidação da Inclusão Escolar no Brasil. A análise dos referidos temas é feita através da interlocução de conteúdos de documentos legais nacionais, que explicam os compromissos políticos brasileiros com a educação da referida população, com referenciais teóricos afins.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Inclusão Escolar. Políticas Públicas.

I. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, inclusão é um tema/conceito que gera muitas discussões na sociedade. A polêmica fica ainda maior quando se trata do âmbito da educação, ou seja, incluir no ensino regular alunos com deficiência, que necessitam de atendimentos educacionais especiais, proporcionando uma educação igualitária. Baseado neste cenário atual, pode-se dizer que a Educação Especial está passando por uma reforma internacional, onde seus pressupostos fundamentais estão sendo revisados.

Esse novo paradigma educacional, que surgiu, inicialmente, das experiências desenvolvidas em outros países, vem sendo consolidado mais significativamente no Brasil desde a década de 90 do século passado, culminando com várias medidas dos órgãos responsáveis pela condução das políticas educacionais brasileiras na área da Educação Especial. Dentre essas medidas, destaca-se a Resolução 2/2001, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica, por definir de forma mais precisa e detalhada as orientações para o atendimento dos alunos com necessidades educacionais especiais¹ na Educação Básica, nas classes comuns do ensino regular (BEYER, 2010).

¹ Consideram-se alunos com necessidades educacionais especiais os que, durante o processo educacional, apresentarem dificuldades acentuadas de aprendizagem ou limitações no processo de desenvolvimento que dificultem o acompanhamento das atividades curriculares, compreendidas em dois grupos: aquelas não vinculadas a uma causa orgânica específica e aquelas relacionadas a condições, disfunções, limitações ou deficiências, dificuldades de comunicação e sinalização diferenciadas dos demais alunos, demandando a utilização de linguagens e códigos aplicáveis e altas habilidades - superdotação, grande facilidade de aprendizagem que os leve a dominar rapidamente conceitos, procedimentos e atitudes (Art.5º da Resolução CNE/CEB 2/2001).

Ainda, segundo o autor, no Brasil, diferentemente do que ocorreu nos países que deram origem a essa reforma educacional, esse movimento partiu do topo para base, isto é, foi articulado por estudiosos e técnicos de secretarias, sem uma ação planejada de conscientização da comunidade escolar e também da sociedade, resultando numa insegurança e num visível despreparo dos grupos diretamente envolvidos com o projeto de Educação Inclusiva.

Dentre todos os desafios que são encontrados quando se busca a consolidação da Educação Inclusiva, talvez o maior de todos seja a falta de capacitação dos professores do ensino regular para lidar com os alunos com necessidades educacionais especiais. É possível a compreensão desse fato pelas palavras de Beyer:

Por mais excelente que seja a atuação de qualquer professor, as melhores intenções e esforços pedagógicos não responderão às demandas específicas que determinados alunos apresentam em sua aprendizagem, por apresentarem, exatamente, necessidades educacionais especiais que apenas uma pedagogia diferenciada poderá atender (BEYER, 2010, p. 62).

Ultimamente, tem-se constatado um aumento discreto de trabalhos acadêmicos na área de Ensino das Ciências voltados para a inclusão dos alunos com deficiências. Em meio às diferentes necessidades especiais apresentadas pelos alunos acolhidos no sistema regular de ensino, a deficiência visual se destaca como a mais investigada dentre esses trabalhos acadêmicos (CAMARGO; NARDI, 2008). Essas pesquisas assinalam que, do ponto de vista intelectual, alunos com Deficiência Visual não apresentam problemas para acompanhar os conteúdos básicos do ensino do currículo comum. Porém se faz necessário um planejamento das intervenções educativas, que contemple as necessidades especiais de tais alunos que utilizam outros canais sensoriais, como por exemplo o tato e a audição, para terem acesso às informações que normalmente seriam adquiridas através do canal visual. Por isso, um educador que tiver em sua sala de aula um aluno cego ou com deficiência visual, tem que adaptar seus conhecimentos e sua ação educacional às características mais importantes do desenvolvimento e da aprendizagem desse aluno (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004, p. 162). Ainda sobre este assunto, estas autoras alertam para o fato de que:

A visão é básica, ainda, para se ter acesso à leitura e à escrita. Em qualquer caso, é importante levar em conta que, apesar dos problemas de acesso à informação que têm as crianças cegas, elas poderão construir seu desenvolvimento, partindo dos sistemas sensoriais de que dispõem, mediante vias alternativas distintas daquelas do vidente (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004, p. 152).

Nesta pesquisa, objetivamos apresentar o conceito de Educação Inclusiva e as políticas educacionais brasileiras que norteiam sua implantação e definir a Deficiência Visual e as necessidades educacionais específicas de uma pessoa com deficiência visual.

II. EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Durante o século XX a educação especial sofreu profundas transformações. Na época, movimentos sociais reivindicavam mais igualdade entre todos os cidadãos e a superação de qualquer tipo de discriminação. Surgiu, então, o movimento de integração escolar que tinha como objetivo central encontrar a melhor situação educativa para que os alunos desenvolvam ao máximo suas possibilidades, em particular aqueles cujas maiores demandas estão associadas a algum tipo de deficiência (MARCHESI, 2004). Dessa forma, o atendimento educacional desses alunos foi dirigido das escolas especiais para as escolas regulares. O desenvolvimento da integração educativa impulsionou mudanças na concepção do currículo, na organização das escolas, na formação dos professores e no processo de ensino na sala de aula.

Nesse contexto, o conceito de “necessidades educativas especiais” começou a ser empregado, apresentando quatro características principais: “[...] afeta um conjunto de alunos, é um conceito relativo, refere-se principalmente aos problemas de aprendizagem dos alunos na sala de aula e supõe a provisão de recursos suplementares” (MARCHESI, 2004, p. 19).

Apesar de todas essas transformações que ocorreram impulsionadas pela proposta da integração, esse enfoque foi considerado insuficiente, visto que:

[...] limita a integração educativa e não leva em conta um grupo de alunos que também necessita uma resposta educativa individualizada. Essas críticas levaram à formulação de propostas mais radicais que se articulam em torno do movimento por uma educação e uma escola inclusivas (MARCHESI, 2004, p. 26).

A Educação Inclusiva surge então como uma proposta que visa atender, indiscriminadamente, a todos os alunos e alunas, sejam quais forem suas condições físicas, sociais ou culturais em um mesmo espaço escolar. Sob a crença de ser esta uma alternativa para superar formas segregadoras e discriminatórias de ensino, seu compromisso é garantir uma educação de qualidade para todos e realizar as transformações necessárias para se conseguir isso. Segundo Mendes:

A ideia da inclusão se fundamenta numa filosofia que reconhece e aceita a diversidade na vida em sociedade. Isto significa garantia de acesso de todos a todas as oportunidades, independente das peculiaridades de cada indivíduo (MENDES, 2002, p. 28).

A inclusão posiciona-se de forma contrária aos movimentos de homogeneização e normalização. Defende o direito à diferença, a heterogeneidade e a diversidade (RODRIGUES, 2003). Efetiva-se por meio de três princípios gerais: a presença do aluno com deficiência na escola regular, a adequação da mencionada escola às necessidades de todos os seus participantes, e a adequação, mediante o fornecimento de condições, do aluno com deficiência ao contexto da sala de aula (SASSAKI, 1997). Rodrigues complementa esse pensamento ao afirmar que:

Na lógica da inclusão, as diferenças individuais são reconhecidas e aceitas e constituem a base para a construção de uma inovadora abordagem pedagógica. Nessa nova abordagem, não há mais lugar para exclusões ou segregações, e todos os alunos, com e sem deficiências, participam efetivamente (RODRIGUES, 2003, p. 18).

Portanto, a inclusão não se refere apenas ao aluno com deficiência, mas a todos que possuem algum tipo de dificuldade para aprender. A inclusão, conforme Mittler (2003, p. 17), “diz respeito a cada pessoa capaz de ter oportunidades de escolha e autodeterminação”. Tal abordagem, em educação, significa ouvir e valorizar o que os alunos têm a dizer, independente de sua idade e dos rótulos recebidos ao longo de sua história de vida.

Na proposta de Educação Inclusiva, o processo educacional não se limita ao espaço escolar. Na escola, esse processo se sistematiza no projeto curricular que se inspira as práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula. Dizendo de outra maneira:

[...] a proposta inclusiva diz respeito a famílias inclusivas, a escolas inclusivas e a uma sociedade inclusiva, capazes de acolher e reconhecer as diferenças individuais e oferecer respostas educativas que atendam aos interesses e necessidades de todos (CARVALHO, 2011, p. 101).

Sob a ótica de que todos os alunos, sem exceção, devem frequentar a sala de aula de ensino regular, Mittler (2003, p. 34) reforça que a inclusão implica uma reforma radical em termos de currículo, avaliação, pedagogia e formas de agrupamento dos alunos nas atividades em sala de aula.

Visando a igualdade de oportunidades de aprender e de participar, o currículo escolar deve ser adaptado segundo as necessidades de cada aluno, “o que não quer dizer que se tenha que construir tantos currículos quantas forem as manifestações de necessidades educacionais especiais de nossos alunos” (CARVALHO, 2011, p. 119). As adaptações curriculares devem ser entendidas como um conjunto de estratégias que permitam flexibilizar os conteúdos do currículo de modo a permitir que todos estabeleçam relações com o saber.

A propósito, os instrumentos de avaliação devem ser diversificados e adequados às características dos alunos, favorecendo a trajetória formativa a serviço da aprendizagem autonomatizante, utilizando a avaliação como uma estratégia democrática.

Segundo a natureza da problemática de alguns alunos, faz-se necessário outros recursos (pedagógicos e ambientais) indispensáveis para permitir-lhes o acesso à aprendizagem: lupas, regletes, punção, sorobã, tipos ampliados, recursos instrucionais em relevo, Braille para alunos cegos ou com visão reduzida, língua de sinais, próteses auditivas, rampas

para a acessibilidade dos que têm dificuldades locomotoras, adaptações nas instalações físicas do prédio, como colocação de barras de sustentação em sanitários, sinalizações no chão, dentre outros recursos. Para Carvalho:

As adaptações de acesso ao currículo, quando organizadas para alunos portadores de deficiências sensoriais ou físicas, costumam ser acompanhadas de outras adaptações nos componentes curriculares, seja nos aspectos da metodologia de ensino, seja na sequenciação dos conteúdos, no tempo a eles destinado, ou nos objetivos estabelecidos para a consecução das intenções educativas (CARVALHO, 2011, p. 117).

De forma conceitual, o processo de inclusão não trata apenas de permitir o acesso das pessoas com necessidades especiais na sociedade, mas sim, aceitar, possibilitar e dar condições para que estes sujeitos possam efetivamente se educar e se preparar para a realidade do mundo do trabalho. Endossando este pensamento, Golin e Bastos acrescentam:

Entende-se que a educação e o trabalho são as principais formas de participação social dos homens. É também a partir do ambiente escolar que a criança estabelece seu convívio social. Ambiente este que deve privilegiar e respeitar a diversidade e a diferença, ao invés da segregação (GOLIN; BASTOS, 2004, p. 42).

Trabalhar com a diversidade e respeitar a especificidade de cada aluno significa reconstruir uma educação que tenha qualidade para todos. O professor tem de ter conhecimento da necessidade de cada um e respeitar essa condição, oferecendo, de maneira diferenciada, o que esse aluno precisa para superar suas dificuldades e se desenvolver com mais desenvoltura e satisfação. O grande desafio da inclusão está em trabalhar pedagogicamente com a diversidade. Portanto, a inclusão requer uma mudança de perspectiva educacional porque é bem mais ampla que a integração, não atinge apenas os alunos com deficiência, mas todos os demais, para que se obtenha sucesso na vida escolar e na sua vida como cidadão.

III. POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A EDUCAÇÃO ESPECIAL NO BRASIL

A inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais alcançou lugar de destaque no panorama educacional brasileiro, em termos de legislação nas últimas duas décadas. Atualmente, verifica-se um discurso favorável à inclusão das pessoas com deficiência em vários segmentos de nossa sociedade e não apenas no contexto escolar. Porém as maiores conquistas em relação aos direitos destas pessoas se deram mais no que diz respeito à elaboração de leis e normas do que na concretização de ações que de fato possibilitem a real inserção destas pessoas na sociedade. Glat e Nogueira (2002) afirmam que não basta uma proposta se tornar lei para que ela seja imediatamente aplicada, pois são muitos os aspectos a serem considerados.

Neste contexto, a inclusão ganhou força com a Declaração de Salamanca, que se constituiu em um importante documento sobre princípios, políticas e práticas relativos às necessidades especiais. Essa Declaração resultou da Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais, realizada na Espanha em 1994, onde

participaram representantes de 88 países e 25 organizações internacionais relacionadas à educação (MARCHESI, 2004). Um de seus compromissos é formulado nos seguintes termos:

Acreditamos e proclamamos que:

- todas as crianças de ambos os sexos tem um direito fundamental à educação e deve-se dar a elas a oportunidade de alcançar e manter um nível aceitável de conhecimentos;
- cada criança tem características, interesses e necessidades de aprendizagens que lhes são próprios;
- os sistemas educacionais devem ser projetados, e os programas aplicados de modo a levarem em conta toda essa gama de diferentes características e necessidades;
- as pessoas com necessidades educacionais especiais devem ter acesso às escolas regulares, que deverão integrá-las em uma pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer essas necessidades;
- as escolas regulares com orientação integradora representam o meio mais eficaz para combater as atitudes discriminatórias, criar comunidades de acolhimento, construir uma sociedade integradora e obter a educação para todos; além disso, proporcionam uma educação efetiva para a maioria das crianças e melhoram a eficiência e, em suma, a relação custo-eficácia de todo o sistema educacional (UNESCO *apud* MARCHESI, 2004).

O princípio básico da inclusão escolar, de acordo com essa Declaração, consiste em que as escolas reconheçam as diversas necessidades dos alunos e a elas respondam, assegurando-lhes uma educação de qualidade, que lhes proporcione aprendizagem por meio de currículo apropriado e promova modificações organizacionais, estratégias de ensino e uso de recursos, dentre outros quesitos (UNESCO *apud* MENDES, 2002).

O Brasil vem procurando colocar em prática a Declaração de Salamanca. Assumiu o compromisso político de atribuir alta prioridade política e financeira ao aprimoramento do sistema educacional, tendo como meta deixá-lo apto a incluir todas as crianças, independentemente de suas diferenças ou dificuldades individuais.

Uma pesquisa teórica realizada por Mazzotta (2005) sobre a história das políticas públicas voltadas para a educação especial no Brasil comprova que, mesmo antes da realização da Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais, realizada em 1994, o Brasil já se mostrava atento à questão do atendimento educacional aos deficientes. O estudo de Mazzotta destacou dois períodos importantes: o primeiro período, de 1854 a 1956, com um século de iniciativas oficiais e particulares isoladas e o segundo período, de 1957 a 1993, marcado pelas iniciativas oficiais de âmbito nacional.

A Constituição Federal de 1988, no Art. 208, inciso III, usa a expressão “preferencialmente na rede regular de ensino” quando se refere ao atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência.

Em 1994, o MEC editou uma Portaria nº 1793 no Diário Oficial da União, recomendando a implementação de disciplina obrigatória que se ocupasse das técnicas vinculadas ao ensino do aluno com necessidades educacionais especiais em alguns cursos superiores.

Em 1996, foi criada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9.394/96 (BRASIL, 1996), que, em seu Capítulo V, artigos 58, 59 e 60, tratam especificamente da modalidade Educação Especial. No Art. 58 a Educação Especial é entendida como modalidade de educação escolar, oferecida, preferencialmente, na rede regular de ensino para educandos que necessitam de atendimento especial, havendo, quando necessário, serviço de apoio especializado. Afirma que o atendimento educacional será realizado em classes, escolas ou serviços especializados quando, em função das condições específicas do aluno, não for possível sua inclusão nas classes comuns de ensino regular. No Art. 59 prevê, em seu inciso I, que os sistemas de ensino assegurem aos educandos com necessidades especiais currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos e, em seu inciso III, professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns.

As novas Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica foram instituídas pela Resolução nº 02/2001, pela Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação (2201a), que destaca de forma mais precisa e detalhada as orientações para o atendimento dos alunos com necessidades educacionais especiais na educação básica, nas classes comuns do ensino regular. Essa Resolução é relevante ao substituir a categoria integração por inclusão e apresentar propostas para a operacionalização da educação inclusiva, prevendo a oferta de serviços de apoio e a formação de professores capacitados e especializados para o atendimento às necessidades educacionais especiais dos alunos.

Desde 2002 está em vigor as Diretrizes Nacionais da Educação Especial na Educação Básica, baseadas no Parecer CNE/CEB nº 17/2001 (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2001b), editado com texto próprio contendo dois grandes temas: “A Organização dos Sistemas de Ensino para o atendimento ao Aluno que apresenta Necessidades Educacionais Especiais” e “A Formação do Professor” (METTRAU; REIS, 2007).

As Diretrizes da Política Nacional de Educação Especial de 2008 determinam que a Educação Inclusiva constitua uma proposta educacional que reconheça e garanta o direito de todos os alunos compartilhar um mesmo espaço escolar, sem discriminação de qualquer natureza (FERNANDES; ORRICO, 2012). Estes autores complementam:

Estas diretrizes em vigor recomendam que a educação especial seja compreendida como uma parte da prática educacional inclusiva, oferecendo atendimento educacional especializado, organizando os recursos pedagógicos e da acessibilidade que eliminem barreiras e possibilitem o acesso ao currículo, à comunicação e aos espaços físicos, considerando as necessidades de cada aluno, promovendo a sua formação integral com vistas à autonomia e independência (FERNANDES; ORRICO, 2012, p. 58).

O Decreto 6949/09 que promulga a convenção internacional sobre os direitos das pessoas com deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 Volume 8 – n. 95 – Novembro/2013

de março de 2007, decreta em seu parágrafo 24, que os Estados Partes reconheçam o direito das pessoas com deficiência à educação e que para efetivar esse direito, sem discriminação e com base na igualdade de oportunidades, eles assegurem um sistema educacional inclusivo em todos os níveis, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida, com os seguintes objetivos:

- a) O pleno desenvolvimento do potencial humano e do senso de dignidade e auto-estima, além do fortalecimento do respeito pelos direitos humanos, pelas liberdades fundamentais e pela diversidade humana;
- b) O máximo desenvolvimento possível da personalidade e dos talentos e da criatividade das pessoas com deficiência, assim como de suas habilidades físicas e intelectuais;
- c) A participação efetiva das pessoas com deficiência em uma sociedade livre.

Para a realização desse direito, os Estados Partes deverão assegurar que:

- a) As pessoas com deficiência não sejam excluídas do sistema educacional geral sob alegação de deficiência e que as crianças com deficiência não sejam excluídas do ensino primário gratuito e compulsório ou do ensino secundário, sob alegação de deficiência;
- b) As pessoas com deficiência possam ter acesso ao ensino primário inclusivo, de qualidade e gratuito, e ao ensino secundário, em igualdade de condições com as demais pessoas na comunidade em que vivem;
- c) Adaptações razoáveis de acordo com as necessidades individuais sejam providenciadas;
- d) As pessoas com deficiência recebam o apoio necessário, no âmbito do sistema educacional geral, com vistas a facilitar sua efetiva educação;
- e) Medidas de apoio individualizadas e efetivas sejam adotadas em ambientes que maximizem o desenvolvimento acadêmico e social, de acordo com a meta de inclusão plena.

Ainda segundo o Decreto 6949/09, os Estados Partes deverão assegurar às pessoas com deficiência a possibilidade de adquirir as competências práticas e sociais necessárias, de modo a facilitar às pessoas com deficiência sua plena e igual participação no sistema de ensino e na vida em comunidade. Para tanto, os Estados Partes tomarão medidas apropriadas, incluindo:

- a) Facilitação do aprendizado do Braille, escrita alternativa, modos, meios e formatos de comunicação aumentativa e alternativa, e habilidades de orientação e mobilidade, além de facilitação do apoio e aconselhamento de pares;
- b) Facilitação do aprendizado da língua de sinais e promoção da identidade linguística da comunidade surda;
- c) Garantia de que a educação de pessoas, em particular crianças cegas, surdo cegas e surdas, seja ministrada nas línguas e nos modos e meios de comunicação mais adequados ao indivíduo e em ambientes que favoreçam ao máximo seu desenvolvimento acadêmico e social.

A fim de contribuir para o exercício desse direito, o Decreto 6949/09 determina que os Estados Partes tomem medidas apropriadas para empregar professores, inclusive

professores com deficiência, habilitados para o ensino da língua de sinais e/ou do Braille, e para capacitar profissionais e equipes atuantes em todos os níveis de ensino. Essa capacitação deverá incorporar a conscientização da deficiência e a utilização de modos, meios e formatos apropriados de comunicação aumentativa e alternativa, e técnicas e materiais pedagógicos, como apoios para pessoas com deficiência.

A legislação atual tem a intenção de garantir uma educação adequada e de qualidade para todos que dela necessitem, buscando a inserção desta adequação no projeto político pedagógico da escola, dando condições aos alunos com necessidades educacionais especiais de receberem os conhecimentos previstos na organização curricular de sua série.

IV. DEFICIÊNCIA VISUAL

A visão é o principal canal de relacionamento do indivíduo com o mundo exterior, pois este é mais organizado como um fenômeno visual, sendo sua percepção obtida, em maior ou menor grau, através dos olhos. Os graus de visão abrangem um leque de possibilidades que vai da cegueira total até a visão total.

Quando se fala de cegos, refere-se a um grupo muito heterogêneo onde estão incluídas as pessoas que vivem na escuridão total e também as que têm um comprometimento visual suficientemente grave para serem consideradas legalmente cegas, apesar de elas apresentarem resquícios visuais que contribuem para seu desenvolvimento e sua aprendizagem (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004).

Os indivíduos capazes apenas de contar dedos a curta distância e os que só percebem vultos estão incluídos na categoria da cegueira parcial, também dita legal ou profissional. Os indivíduos que só têm percepção e projeção luminosa estão incluídos na categoria que se chama cegueira total.

De acordo com o Art. 5 do Decreto 5296/04, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência, enquadra-se na categoria deficiência visual:

[...] deficiência visual: cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores;

Na cegueira total, ou simplesmente amaurose, a visão é nula, isto é, nem a percepção luminosa está presente, caracterizando a completa perda de visão. No universo da oftalmologia, usa-se a expressão 'visão zero' quando se trata deste grau de cegueira.

Baseado no site do IBC (Instituto Benjamin Constant), que é referência quando se fala em atendimento especial aos deficientes visuais, o indivíduo se enquadra na categoria visão subnormal quando possui acuidade visual de 6/60 e 18/60 (escala métrica) e/ou um campo visual entre 20° e 50°.

Pedagogicamente, é considerado cego o aluno que, mesmo possuindo visão subnormal, necessita de instrução em Braille (sistema de escrita por pontos em relevo) e como portador de visão subnormal aquele que lê tipos impressos ampliados ou com auxílio de potentes recursos ópticos.

Até meados do século passado, as pessoas com deficiência visual eram tratadas como se fossem cegas, inclusive aquelas que tivessem algum resíduo visual, cuja utilização não tinha muita importância e o Braille era ensinado a todas as crianças deficientes visuais da escola (Lázaro; Maia, 2009). Somente em 1964 foi difundido o conceito de deficiência visual, pois até então, acreditava-se que as pessoas com deficiência visual grave corriam o risco de perdê-la ao utilizá-la.

V. O DESENVOLVIMENTO E A APRENDIZAGEM ESCOLAR DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

A cegueira, como uma deficiência em um dos principais canais de comunicação com o meio, compromete o desenvolvimento da criança, que deverá ocorrer de maneira diferente que o da criança que enxerga. Primeiramente, deve-se levar em conta se a cegueira de uma criança é congênita ou adquirida. Se adquirida, como isso ocorreu, em qual idade, etc. De qualquer forma, deve-se primeiramente analisar as contingências ambientais passadas e presentes que podem ter influenciado ou ainda influenciar no desenvolvimento da criança cega (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004).

Sabe-se que as pessoas com cegueira congênita têm um desenvolvimento psicológico mais saudável do que as que têm cegueira adquirida, principalmente se o momento de sua ocorrência foi tardio e se a sua família também não aceitar a sua situação. As primeiras, não tiveram a experiência de "enxergar", não desenvolveram o sentimento de perda, sua família desde cedo teve que se adaptar à sua condição de cegueira. Consequentemente, o desenvolvimento cognitivo destas pessoas também se aproxima do normal. Não há tanto comprometimento na apropriação do mundo por estas pessoas quanto às pessoas com cegueira adquirida, que às vezes têm resistência, negam sua condição de cego e tentam prosseguir à vida sem adaptar-se a esta (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004).

Portanto, a participação da família no desenvolvimento destas pessoas é essencial. Quanto maior a aceitação destes, maior será também a aceitação do deficiente visual como tal e maior será a busca por mecanismos que venham a favorecer a sua inclusão na sociedade como um todo.

A falta total ou parcial da visão faz com que os alunos cegos e com deficiência visual tenham de utilizar os demais sistemas sensoriais para coletar as informações necessárias para conhecer o mundo à sua volta. A construção do desenvolvimento e da aprendizagem de um aluno com deficiência visual é conferida, principalmente, pelo tato e pela audição, e em menor medida pelo olfato e pelo paladar, como substitutos do mais importante canal de obtenção de informações que é a visão, pois a percepção da realidade por eles é muito diferente das pessoas que enxergam. Portanto, a memória de uma pessoa com deficiência visual não pode ser similar a de uma pessoa que enxerga. Ela requer o armazenamento de percepções da realidade referentes principalmente ao tato e à audição, o que é pouco desenvolvido em pessoas que enxergam (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004).

Há muitas diferenças entre o desenvolvimento de uma criança cega e o de uma criança que enxerga, mas estas diferenças não devem ser necessariamente pejorativas. Se as condições necessárias para o desenvolvimento das crianças com deficiência visual forem satisfeitas, estas podem se desenvolver tão satisfatoriamente quanto uma criança dita “normal”, mesmo que com um maior esforço (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004). Isto pode ser explicado por haver também semelhanças na apreensão de mundo das crianças que enxergam e as que não enxergam.

A heterogeneidade das deficiências visuais interfere na hora de se desenvolver o planejamento das intervenções educacionais para esses alunos. É imprescindível que se tenha conhecimento das peculiaridades do desenvolvimento educacional em cada grau de perda de visão. Portanto, é fundamental que o aluno com deficiência visual faça a avaliação do seu grau de perda visual para que se busquem estratégias educacionais adequadas para seu aprendizado (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004).

A partir de trabalhos realizados com uma ampla amostra de adolescentes cegos e com deficiência visual inseridos nas escolas regulares das diversas comunidades autônomas espanholas, pode-se afirmar que, do ponto de vista intelectual, eles estão perfeitamente integrados nas classes e não têm problemas para acompanhar os conteúdos normais do currículo do ensino comum. Porém, faz-se necessário que a escola contemple as necessidades educativas especiais de tais alunos, que decorrem das características dos canais sensoriais que substituem a visão: a orientação, a mobilidade e o acesso à informação escrita (leitura visual e tátil do Braille). Ochaíta e Espinosa esclarecem que:

[...] é importante assinalar que os professores que têm crianças cegas em suas turmas devem perder o medo do Braille e enfrentar sua aprendizagem, que, além disso, não é difícil, sobretudo quando se faz de forma visual (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004, p. 165).

O planejamento das intervenções escolares que envolvam alunos com deficiência visual deve basear-se em suas necessidades específicas que decorrem, principalmente, da falta ou da deterioração do canal visual e de coleta de informações. Por este motivo, o professor terá que adaptar seus conhecimentos e sua ação educacional às características particulares desses alunos. É através das adaptações curriculares que o docente organiza suas estratégias pedagógicas para dar respostas às necessidades de cada aluno de modo que todos saiam beneficiados. Sobre adaptações curriculares, Carvalho faz o seguinte destaque:

Em reconhecimento às características e necessidades dos aprendizes e movidos pela crença na possibilidade de desenvolver suas potencialidades é que devemos adequar à proposta curricular adotada para que nenhum aluno seja excluído do direito de aprender e de participar. Trata-se de mais uma estratégia para favorecer a inclusão educacional escolar de quaisquer alunos (CARVALHO, 2011, p. 105).

Segundo Carvalho, são finalidades das adaptações curriculares:

- Conseguir a maior participação possível dos alunos que apresentam necessidades educacionais especiais em todas as atividades desenvolvidas no projeto curricular da escola e na programação de sala de aula.

- Levar tais alunos a atingirem os objetivos de cada nível do fluxo educativo, por meio de um currículo adequado às suas necessidades.

- Evitar a elaboração de currículos específicos para alunos em situação de deficiências ou para outros que, no processo de aprendizagem, apresentem características significativamente diferenciadas das de seus pares, no que se refere à aprendizagem e à participação (CARVALHO, 2011, p. 115).

Além de se pensar em adaptações curriculares, faz-se necessário um planejamento das intervenções educacionais baseado em uma teoria de aprendizagem que atenda um grupo heterogêneo, proporcionando a formação integral do indivíduo e sua inserção no contexto social como um ser crítico e participativo.

VI. CONCLUSÃO

Contudo, as maiores conquistas em relação aos direitos dos deficientes visuais se deram mais no que diz respeito à elaboração de leis e normas do que na concretização de ações que de fato possibilitem a real inserção dessas pessoas na sociedade. Glat e Nogueira (2002) afirmam que não basta uma proposta virar lei para que ela seja imediatamente aplicada. Esta medida é importante, porém não suficiente. Várias barreiras impedem que a política de inclusão se torne realidade na prática. A principal delas é, sem dúvida, o despreparo dos professores do ensino regular para receber em suas salas de aula alunos com necessidades especiais. Para por fim a esta questão, se faz necessária a criação de programas de capacitação e acompanhamento contínuo, objetivando orientar o trabalho do professor para que, de forma gradativa, haja uma diminuição da exclusão escolar, beneficiando de uma forma geral a educação escolar como um todo.

É reconhecer a necessidade de pesquisas que revelem alternativas metodológicas e principalmente práticas em sala de aula que auxiliem aos professores a trabalharem de acordo com a proposta pedagógica da educação inclusiva. Como apontam os Parâmetros Curriculares Nacionais, a inclusão escolar impõe-se como uma perspectiva a ser pesquisada e experimentada na realidade brasileira (BRASIL, 1998). Dessa forma, em relação ao ensino dos alunos com deficiência visual, é de fundamental importância a execução de pesquisas que visem contribuir com a formação do professor, que é, sem dúvida, o aspecto determinante para a efetivação de uma política de inclusão educacional. Sobre este assunto, Coll (2004) escreveu que o maior desafio encontrado pelo professor, atualmente, é o atendimento das diferentes necessidades educacionais dos alunos com e sem deficiência. A busca por uma didática inclusiva deve superar os modelos pedagógicos tradicionais levando em conta a diversidade, pois uma escola inclusiva nada mais é do que a escola para todos.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares*, 1998.
- _____, **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Diário Oficial da União, Brasília/DF, n. 248, 23 dez. 1996.
- _____, **Decreto 5296** de 02 de dezembro de 2004. Disponível no site www.mec.gov.br.
- _____, **Decreto 6949** de 25 de agosto de 2009. Disponível no site www.mec.gov.br.
- _____, **Resolução CNE/CEB 2/2001**. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 14 set. 2001. Sec. IE, p. 39-40.
- BEYER, H. O. **Inclusão e avaliação na escola: de alunos com necessidades educacionais especiais**. 3 ed. Porto Alegre: Mediação, 2010.
- BUENO, J. G. S. Educação Inclusiva e a escolarização dos surdos, *Revista Integração*, Brasília (Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Educação Especial), v.13, n.23, p.37-42, 2001.
- CAMARGO, E. P.; NARDI, R. **O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de Óptica**. *Revista Brasileira de Educação Especial*. Marília, v.14, n.3, p.405-426, 2008.
- CARVALHO, R. E. **Escola Inclusiva: a reorganização do trabalho pedagógico**. Porto Alegre: Mediação, 2010.
- CONDE, A.J. M, IBC. *Um olhar sobre a cegueira*. In: <http://www.ibc.gov.br/?itemid=94> Acesso em 2/6/2011.
- COOL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. **Desenvolvimento psicológico e educação**. Vol. 3, 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- FERNANDES, E. M.; ORRICO, H. F. **Acessibilidade e inclusão social**. 2 ed. – Rio de Janeiro: Deescubra, 2012.
- GLAT, R.; NOGUEIRA, M. L. L. Políticas educacionais e a formação de professores para a educação inclusiva no Brasil. *Revista Integração*, Brasília (Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Educação Especial), v.14, n.24, p.24-27, 2002.
- MAZZOTTA, M. J. S. *Educação Especial no Brasil: Histórias e políticas públicas*. 5. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- MENDES, E. G. **Perspectivas para construção da escola inclusiva no Brasil**. In: PALHARES, M. S.; MARINS, E. S. C. F. (Org.) *Escola Inclusiva*. São Carlos: EduFSCar, 2002. p. 61-85.
- METTRAU, M. B.; REIS, H. M. M. S. **Políticas públicas: altas habilidades/superdotação e a literatura especializada no contexto da educação especial/inclusiva**. *Revista Ensaio*.2007, p.489-509.
- MITTLER, P. **Educação Inclusiva: contextos sociais**. São Paulo: Artmed, 2003.
- OCHAÍTA, E; ESPINOSA, M, A. Desenvolvimento e intervenção educativa nas crianças cegas ou deficientes visuais. In: COLL, C., MARCHESI, A., PALACIOS, J. *Desenvolvimento psicológico e educação*. Vol. 3, 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- RODRIGUES, D. **Perspectivas sobre a Inclusão; da Educação à Sociedade**. Porto:Porto Editora, 2003.
- SASSAKI, R. K. **Inclusão: Construindo uma Sociedade para Todos**. Rio de Janeiro:WVA, 1997.

VIII. COPYRIGHT

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



AS IMPLICAÇÕES DA *SMART GRID* NO CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO

M. O. de A. MABUB¹, C. H. F. DA SILVA¹, M. A. D. PORTO¹, E. L. B. SILVA².
1 – CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.; 2 – CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.
monica.mabub@cemig.com.br; chomero@cemig.com.br; corelio@cemig.com.br;
elsonl@cemig.com.br

Resumo - As Concessionárias do Setor Elétrico enfrentam um grande desafio atrelado à demanda crescente por energia e à legislação do setor cada dia mais exigente. Neste sentido, o artigo discute o funcionamento, particularidades e aplicações do conceito de *Smart Grid*, abrangendo as especificações técnicas e os impactos gerados pela tecnologia, a situação atual do Brasil diante da *Smart Grid*, suas principais aplicações e projetos recentes, os entraves ao seu desenvolvimento e o que se espera no futuro. Utilizou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica. Este trabalho visa conhecer os caminhos pelos quais o Brasil percorrerá para desenvolver e implantar a tecnologia na sua rede elétrica. Assim, o artigo pode concluir que o futuro do sistema elétrico Brasileiro permeia as redes inteligentes e suas tecnologias adjacentes. Mas para isso o governo Brasileiro necessitará planejar políticas públicas consistentes e propostas de incentivo às pesquisas tecnológicas mais agressivas.

Palavras-chave: Fluxo Bidirecional. Medidores Inteligentes. Rede Inteligente. Sensoriamento. *Smart Grid*.

I. INTRODUÇÃO

Com a demanda crescente por energia e sua utilização surge a necessidade do desenvolvimento de um conceito tecnológico que pudesse solucionar a falta de controle nos pontos consumidores da energia bem como a busca por alternativas de redução de custos na geração, transmissão e distribuição.

A tecnologia proposta para alcance de tal objetivo é denominada *Smart Grid*, conceito este que aborda uma nova maneira de medir e monitorar o uso da energia, potencializando e otimizando as etapas de produção, geração e distribuição da energia elétrica.

Neste artigo procurou-se discutir, o funcionamento, particularidades e as aplicações do conceito da *Smart Grid* no cenário energético Brasileiro. Seu objetivo principal é elencar as principais definições dessa tecnologia inovadora, bem como apresentar de maneira concisa o estágio e os avanços que o país conquistou. O trabalho consiste numa pesquisa bibliográfica que aborda o conceito da *Smart Grid*, principais projetos e aplicações no Brasil, os principais entraves existentes para a completa utilização dessa tecnologia no cenário energético, e o que se esperar no futuro sobre o seu desenvolvimento e implementação.

II. *SMART GRID*: CONCEITO TÉCNICO

A *Smart Grid* engloba a instalação de sensores na rede elétrica que revelam informações importantes sobre os dados de consumo da energia. Quando esses dados são

interpretados de maneira significativa, como por exemplo, a detecção de alterações no perfil de consumo, o sistema retorna a informação para um ponto de controle, permitindo a análise da situação e possibilitando interferências a fim de melhorar o desempenho da rede. Os pilares tecnológicos da *Smart Grid* podem ser entendidos sob quatro esferas diferentes: medição eletrônica, comunicação, sensoriamento e computação [1].

A medição inteligente (*Smart Metering*) é um movimento associado à evolução tecnológica e está introduzida no contexto da distribuição de energia elétrica. A *Smart Metering* é uma das etapas para a implantação de uma *Smart Grid*, sendo composta pelas seguintes características [2]:

- Medidores elétricos com capacidade de armazenamento, processamento e comunicação dos dados;
- Medidor inteligente que permite uma bidirecionalidade que torne possível extrair valores a partir de duas vias de comunicação em suporte de tecnologias distribuídas e participação dos consumidores;
- Software que permite analisar as informações de forma segura e inteligente.

Os medidores eletrônicos inteligentes possibilitaram uma nova maneira de se comunicarem com os outros equipamentos instalados na rede. Configurar-se-á a comunicação bidirecional, provendo as concessionárias de informações atualizadas para prevenção ou mitigação de problemas relacionados ao fornecimento de energia elétrica [2].

O sensoriamento ao longo de todo o sistema de distribuição de energia é imprescindível para o funcionamento pleno das redes inteligentes. Os sensores serão os responsáveis por enviar corretamente os dados da rede elétrica aos sistemas de controle das concessionárias, dotando-as das informações necessárias para contornar possíveis problemas [2].

Por fim, a computação se fará necessária em meio ao desenvolvimento das redes inteligentes devido ao aumento efetivo de dados recebidos por todos os equipamentos do sistema elétrico. A disponibilidade de tantos dados na rede pode tornar a leitura confusa e piorar a situação atual da rede. Neste sentido os avanços computacionais se fazem necessários ao sistema, operando como um filtro de dados [2].

Assim, a *Smart Grid*, ou simplesmente rede inteligente, não se fixa num só conceito, mas todas as abordagens sobre o assunto convergem em uma única direção. A *Smart Grid* utiliza uma gama de dados digitais associados à rede elétrica que possibilitam maior confiabilidade e controle na

utilização da energia. Ele propõe uma nova disposição da rede em sistemas abertos, que permite a troca de informações de forma a gerenciar o monitoramento da rede elétrica. A partir da substituição de medidores eletromecânicos por eletrônicos e inteligentes, os pontos de consumo da energia estariam livres de fraudes, roubos, além de proporcionar às concessionárias maior controle na distribuição energética [2].

O caminho unidirecional percorrido pela energia é iniciado numa fonte primária, onde é captada e direcionada às linhas de transmissão elétrica. Essas linhas se dividem em subestações a fim de reduzir a tensão passada na mesma. Das subestações, a energia é transferida localmente para transformadores que reduzem ainda mais a tensão ao nível de consumo, como evidenciado na Fig. 1.

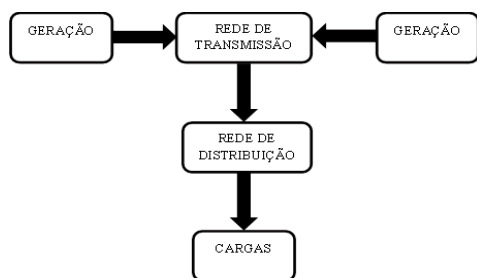


Figura 1- Modelo Unidirecional do fluxo de energia elétrica
Fonte: [3]

Portanto, analisando o cenário de geração, transmissão e distribuição de energia no Brasil, constata-se que este é defasado. Esse fluxo unidirecional vivencia perdas energéticas da ordem de 15% a cada 100kW produzidos entre a geração e o consumo da energia, conforme afirma o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), do Ministério da Ciência Tecnologia e Informação (MCT). Além desse cenário, o sistema de aferição do consumo é arcaico, configurando-se por relógios analógicos e coleta não automatizada dos dados, o que possibilita enormes margens de erros [4].

Por estes motivos o desenvolvimento de uma rede inteligente de energia é assunto recorrente no panorama energético atual. A implementação dos conceitos de *Smart Grid* possibilitará uma nova realidade de distribuição e consumo da energia ofertada. Com as novas redes automatizadas e sensores de medição, elimina-se o grande percentual de erro no processo atualmente vivenciado, aumentando a eficiência da rede elétrica. A Fig. 2 mostra o novo modelo de fluxo bidirecional de informação que contará com suportes de tecnologias de informação de alta velocidade e controle de medições avançado, proporcionando aos clientes e produtores maior comunicação com as fontes produtoras e de armazenamento de energia. Nestes aspectos os consumidores terão a possibilidade de produzir e comercializar a sua própria energia.

Segundo o diretor da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), André Pepitone, existe cerca de 180 projetos de P&D no Brasil que totalizam um custo de R\$ 415 milhões, sendo que R\$120 milhões destes foram investidos no sistema de Smart Metering. As concessionárias e grandes distribuidoras de energia situadas nas cidades do Rio de Janeiro, Aparecida (SP), Sete Lagoas (MG) e Parintins (AM) já possuem projetos-piloto no qual

vão abrir portas para a nova tecnologia, revolucionando assim o setor elétrico brasileiro [4].

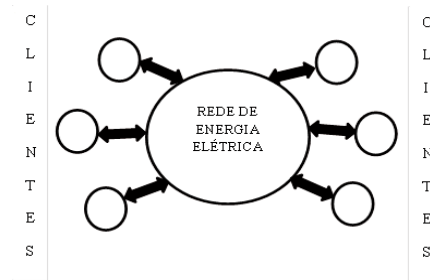


Figura 2- Modelo Bidirecional do fluxo de energia elétrica
Fonte: [3]

III. IMPACTOS GERADOS PELA TECNOLOGIA

A grande inovação apresentada pela *Smart Grid* é o uso de “inteligência”. Com os novos desenhos das redes elétricas associadas ao uso de medidores de qualidade o consumidor final vivenciará uma nova maneira de desfrutar os benefícios que o desenvolvimento tecnológico pode trazer.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) já realizou algumas audiências públicas para discutir o modelo de medidor a ser adotado e as regras de uso do mesmo. Formalizou que em toda substituição de medidores antigos defeituosos será utilizado o novo medidor inteligente [5]. Assim, o Governo Brasileiro obrigará as concessionárias de energia a instalar medidores inteligentes em aproximadamente 69 milhões de residências atendidas pelo sistema atual. Essa troca pode demorar de 10 a 15 anos, estima o gerente da ECIL Energia, Luiz Eduardo [4].

A partir da substituição dos medidores analógicos pelos modelos inteligentes a maneira como ocorre à tarifação energética deverá ser alterada. O modelo proposto pela ANEEL denomina-se Tarifa Branca, onde os consumidores seriam alertados das variações de preços decorrentes de variações na demanda e conseqüente exposição da rede. Em suma, a Tarifa Branca pretende estimular o consumo de energia em horários que há menor exposição da rede elétrica, ou seja, entre os horários das 22 horas de um dia às 17 horas do outro [4].

Desta maneira, tanto o consumidor quanto as distribuidoras de energia se beneficiariam, por reduzir o valor da fatura e por sentir menor necessidade de expansão e fortalecimento da rede para atendimento em horários de pico, respectivamente. Portanto, a Tarifa Branca, representada na Fig. 3, precificará valor mais elevado nos momentos de maior demanda do que naqueles de menor demanda. A nova tarifa somente vigorará após a substituição dos medidores antigos para medidores eletrônicos [6].

O principal benefício da introdução dessa primeira etapa de uma rede *Smart Grid* é dotar o consumidor de maiores condições de gerenciar e controlar o uso da energia. Já existem softwares em desenvolvimento que proporcionem o consumidor a ter acesso aos dados de consumo, em tempo real, auxiliando e dotando-o de informações para tomada de decisão.

Assim as *Smart Grids* prometem modificar a estrutura da indústria elétrica, especialmente pelo maior nível de envolvimento com o consumidor da energia. Portanto, os

impactos gerados por essa tecnologia podem ser resumidos em: controle da rede em tempo real; maior eficiência energética; gerenciamento da demanda; maior utilização de

fontes renováveis de energia; maior processamento de dados munindo as concessionárias de informações estratégicas; e tarifas inteligentes [7].

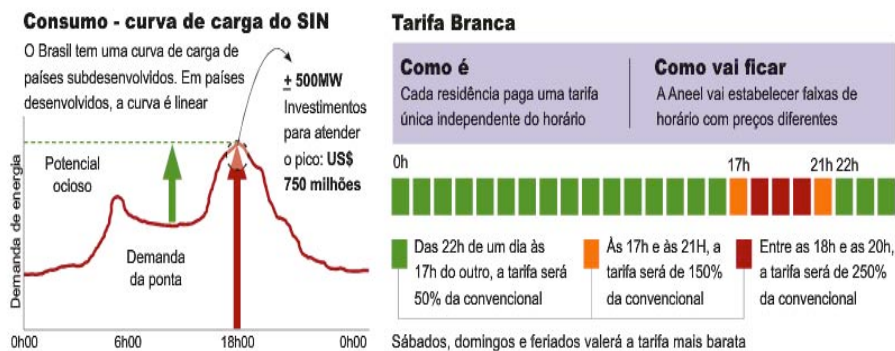


Figura 3- Representação esquemática da estrutura tarifária após implementação de uma rede inteligente
 Fonte: [4]

IV. RUPTURA TECNOLÓGICA

O conceito de *Smart Grid* surge como uma promessa de ruptura tecnológica, trazendo inovação e eficiência ao sistema de geração, transmissão e distribuição de energia. Este novo panorama do tratamento e consumo da energia elétrica proporcionará novas maneiras de se gerar energia além de revolucionar a maneira como a rede elétrica é utilizada. Esse é o primeiro passo em direção a um cenário de maior eficiência energética, onde os consumidores poderão controlar informações de tarifação, metas de consumo, corte de cargas, etc. Além disso, as concessionárias de energia, através da comunicação bidirecional das *Smart Grids* supervisionarão os eventos gerais que acontecem na rede.

A *Smart Grid* terá necessariamente o uso conectado a fontes renováveis de energia, principalmente solar e eólica. Ou seja, através da Geração Distribuída a realidade centralizada de geração de energia dará espaço às pequenas centrais produtoras de energia, que darão suporte à demanda crescente da rede elétrica. Neste sentido, as *Smart Grids* baseiam-se em pilares tecnológicos que devem ser desenvolvidos para sua completa operação na rede elétrica, como representada na Figura 4.

A *Smart Grid* tem grande potencial para liderar um momento de ruptura tecnológica, elevando o sistema de geração, transmissão e distribuição de energia a um patamar mais eficiente e sustentável. Assim, o Estado deve estar atento para se apropriar das novas tecnologias e direcioná-las no caminho de potencializar suas vantagens e facilitar a integração dos cidadãos.



Figura 4- Os pilares do *Smart Grid* (Adaptado)
 Fonte: [8]

Todo momento que antecede uma ruptura tecnológica é vivenciado com certa apreensão. Embora as pesquisas se avancem nos assuntos relacionados às redes inteligentes, se não houver uma mobilização pública a fim de consolidar uma política clara que assinala os caminhos para financiamento e regulamentação dessa nova tecnologia, a *Smart Grid* continuará restrito às pesquisas científicas no meio acadêmico, seminários, revistas e etc. Portanto, as inovações no setor energético (redes inteligentes e microgerações) serão um marco importante para a sociedade.

V. SITUAÇÃO ATUAL

O Brasil apresenta um índice geral de atendimento da rede elétrica de 94,53% num total de 42.277.826 domicílios iluminados. Isso significa que aproximadamente 2,44 milhões de casas estão sem luz, valor este que se concentra nas regiões norte e nordeste do país, como pode ser visto na Fig. 5 [9].

O cenário energético do país encontra-se diante de uma oportunidade única de aprimorar e encontrar soluções viáveis para um melhor desempenho de sua rede elétrica, além de solucionar o problema da população que ainda não é atendida pelo serviço de distribuição de energia.

O sistema elétrico brasileiro é diferenciado dos demais países por apresentar sua matriz energética baseada principalmente em fontes renováveis de energia de grande porte. O Sistema Interligado Nacional (SIN – sistema de coordenação e controle que congrega o sistema de produção e transmissão da energia elétrica no Brasil), representado na Fig. 6, congrega empresas de todas as regiões do país [10].

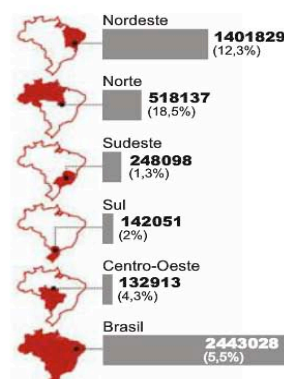


Figura 5 - Total de lares sem ligação legal de energia e sua participação no total
 Fonte: [9]

Porém no que diz respeito à distribuição de energia, o Brasil enfrenta um cenário de reduzida eficiência, e é neste contexto que o conceito de redes inteligentes aparece para suprir as necessidades do aumento crescente por energia.

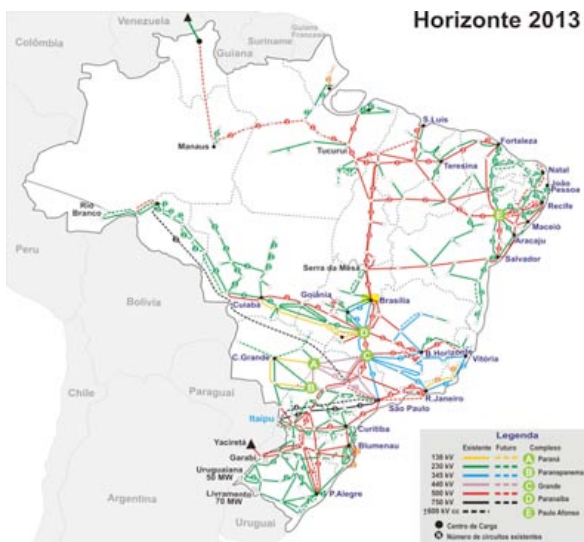


Figura 6 - Sistema de transmissão elétrica brasileira
Fonte: [10]

Os projetos de redes inteligentes desenvolvidos no país se deram em 2010, em parcerias com universidades e centros de pesquisa. Os primeiros indícios do desenvolvimento e implementação dos pilares da *Smart Grid* vieram com a instalação de medidores inteligentes, a partir de uma demanda desfavorável de perdas não técnicas (roubos de energia). Assim algumas empresas deixaram o sistema tradicional de medição, para este, onde a comunicação é bidirecional e a leitura é remota.

A partir desse primeiro passo a ANEEL tomou medidas que estimulassem o desenvolvimento de projetos associados à eficiência energética, propondo que um percentual mínimo de 0,50% da receita bruta das concessionárias fosse direcionado a tais projetos, sendo o conceito de *Smart Grid* um dos beneficiários dessa medida [11].

Outra importante medida adotada pela ANEEL foi a abertura da Chamada nº 011/2010, que reconhece a importância do desenvolvimento de uma infraestrutura

energética inteligente a fim de aperfeiçoar a relação concessionária-consumidor [12].

No Brasil a Associação Brasileira de Distribuidoras de Energia Elétrica (ABRADEE) e a Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas de Telecomunicação (APTEL) indicam que a adoção do conceito de *Smart Grid* produzirá grandes oportunidades de negócios entre 2013 e 2020. Estimam que os projetos de energia inteligente, em ritmo acelerado, injetem aproximadamente 91 bilhões de reais no mercado, em ritmo moderado cerca de 60 bilhões e no cenário mais pessimista cerca de 46 bilhões de reais, abrangendo gastos com sistemas de medição, telecomunicação e TI para automação do tratamento dos dados [13].

O novo cenário energético ainda não está completamente estruturado com relação às regulamentações e leis pertinentes ao assunto. Apesar disso, as concessionárias já deram os primeiros passos em direção ao modelo de cidades inteligentes do futuro. A maioria das grandes distribuidoras já iniciou projetos piloto no desenvolvimento e implementação da grande promessa que é a *Smart Grid*. Neste sentido as pesquisas brasileiras avançam mais no quesito distribuição, visto que os efeitos da *Smart Grid* ainda avançam pouco.

O Brasil está avançado na questão técnica da *Smart Grid* aprimorando e desenvolvendo as bases sólidas que este conceito necessita. Porém ainda vivencia um cenário de poucos casos práticos que validem as pesquisas e teorias. A atuação do país ainda é incipiente, focalizando a maioria dos casos práticos dessa tecnologia na substituição dos medidores analógicos por medidores digitais.

VI. APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA

O objetivo principal do sistema elétrico é fornecer energia aos consumidores. E o que se tem observado é que nos últimos anos as estruturas das nossas redes convencionais não estão preparadas para as necessidades do século 21 [14].

Dentro do contexto de *Smart Grid* e Geração distribuída, surgem novas soluções práticas para aplicações de novas tecnologias que acabam tornando características marcantes do sistema de rede inteligente, representado na Fig. 7.

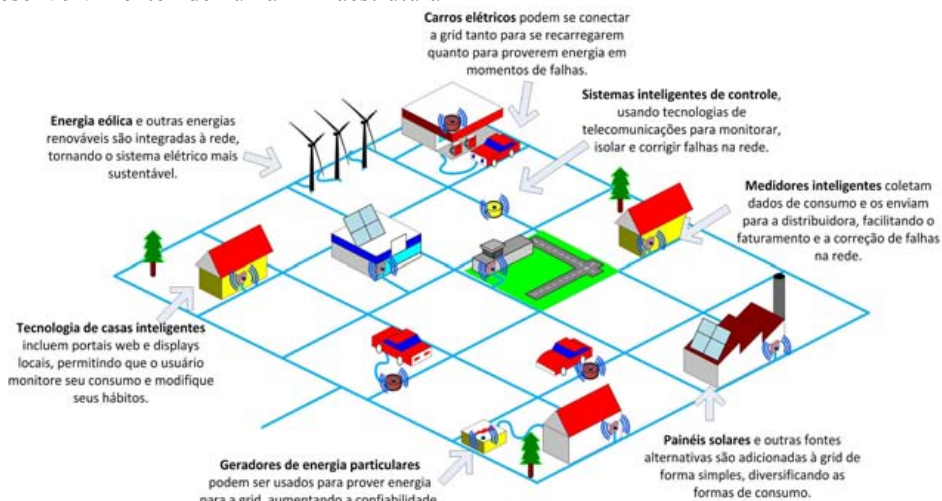


Figura 7- Contexto geral de *Smart Grid* e Geração distribuída
Fonte: [14]

As principais vertentes para as aplicações dessas tecnologias são:

- **Comunicações integradas:** Para o funcionamento correto de uma Smart Grid é necessário alguns quesitos fundamentais. Entre eles encontram-se as 'comunicações integradas' que diz respeito a como os dispositivos ligados à rede se conectarão e conversarão. Com este ponto abordado o sistema se encontrará mais preparado para medir, coletar e prover rápida atuação no combate as falhas e interrupções do serviço prestado aos consumidores. Outro quesito fundamental ao desenvolvimento da Smart Grid são as interfaces de conexão com os sistemas finais (clientes). No ambiente da nova rede elétrica, os clientes se encontrarão conectados à rede em tempo integral, funcionando como ponto de fornecimento e coleta de informações. Este ponto permitirá maior controle dos gastos, além de promover resposta dos clientes em relação à demanda e qualidade do serviço. Estes aspectos otimizarão a rede e auxiliarão no combate e redução das falhas da rede elétrica [14].
- **Fontes de energias renováveis:** A utilização de fontes alternativas de energias renováveis terá um papel importante na geração futura de energia, garantindo a sustentabilidade do setor energético além de diminuir a geração de energia por recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis, que são os grandes responsáveis pelo efeito estufa. Outro papel importante é a utilização das energias renováveis, que em sua grande maioria são decorrentes de tecnologias de pequeno porte, como solar e eólica, no sistema de rede elétrica, permitindo uma redução de custos para o consumidor final. O Brasil, por possuir um alto potencial de fontes renováveis, tem aproveitado essas vantagens para a utilização da Geração Distribuída, como construções de painéis solares e turbinas eólicas. Essas energias são uma alternativa ao modelo energético tradicional, pois reduzem o impacto ambiental [14]. Segundo o relatório da *International Energy Agency* (IEA), os sistemas elétricos que utilizam pequenas Gerações Distribuídas, apesar de apresentarem uma pequena parcela do mercado de eletricidade, desempenham um papel fundamental operando com a mesma confiabilidade que um sistema de grandes geradores [15]. O novo panorama de Geração e distribuição da energia advindo da introdução das *Smart Grids* permite uma utilização mais ampla de fontes alternativas de energia, contribuindo para o uso de energias limpas em maiores escalas. Além disso, uma das maiores revoluções provenientes desse novo cenário será a introdução de maneira ativa dos clientes no controle do consumo energético, bem como na transformação do seu perfil energético, deixando de ser somente consumidor para transformar-se em fornecedor de energia. Assim, o fluxo energético passará a ter desenho bidirecional, tornando os clientes menos dependentes das concessionárias de energia. Essa configuração produtor/consumidor proporcionará maior robustez às falhas, já que em momentos de queda no sistema principal, as fontes alternativas de energia podem suprir, temporariamente, a rede afetada [14].
- **Microgrids:** O conceito de microgrids não é recente na história da rede elétrica. As primeiras plantas de geração de energia utilizavam o conceito de uma microrrede já que as redes centralizadas de hoje ainda não haviam se estabelecido. Entretanto o contexto da revolução industrial e o avanço da prestação de serviços direcionou o mercado energético para o surgimento de monopólios, reduzindo assim potenciais investimentos em novas soluções energéticas (microgrids) [16]. Atualmente os cenários vivenciados na economia mudaram o olhar da sociedade, convergindo esforços para o desenvolvimento de novas alternativas energéticas que suprissem as necessidades do mundo globalizado. Neste sentido o conceito de microgrid pode ser enunciado como um sistema capaz de reunir recursos energéticos distribuídos e várias cargas elétricas que operem em uma rede única e autônoma. As microrredes utilizam como disposição de funcionamento a arquitetura de sistemas em paralelo, ou seja, são ilhadas da rede principal de distribuição de eletricidade. Nesta configuração as microgrids têm a capacidade de se desligar da rede principal em caso de queda no sistema elétrico. Assim funcionam tanto como fornecedoras de energia (Geração Distribuída) à rede principal, como fonte de autoalimentação.
- **Sensoriamento da rede e medidores inteligentes:** Para que a rede se torne inteligente é necessário a instalação de sensores tanto no núcleo quanto na extremidade da rede elétrica. A central de controle das concessionárias receberão informações dos sensores e a partir desses dados irão tomar as medidas cabíveis para a resolução do problema, eliminando o desconforto dos usuários. No caso da instalação de sensores nas extremidades das redes o mecanismo mais importante para obtenção das informações e aplicações dos consumidores é a medição inteligente que será capaz de comunicar com a empresa distribuidora as informações dadas em tempo real [14].
- **Armazenamento de energia:** a crescente demanda por energia impulsiona o estudo por maneiras de reduzir o seu desperdício. Uma delas é armazenar a energia que foi gerada para poder usá-la em momentos posteriores. Neste sentido a *Smart Grid* vem auxiliar o desenvolvimento de alternativas de armazenagem de energia. Além das baterias tradicionais, tecnologias como, por exemplo, os supercapacitores ganham relevância e expectativa para o seu desenvolvimento. Os supercapacitores são estruturas que se diferenciam dos capacitores comuns em sua construção, por apresentarem uma camada de eletrolítico de espessura molecular. Como a energia armazenada é inversamente proporcional à espessura do dielétrico, esses capacitores apresentam uma densidade de energia extremamente alta. Eles podem ser usados em conjunto com as baterias em aplicações em que uma grande corrente de descarga seja necessária, a exemplo nos veículos elétricos. Nestes casos apresentam vantagens evidentes como: rápido tempo de resposta, pouca manutenção, tempo de vida elevado e alta eficiência [17].
- **Veículos elétricos:** As preocupações ambientais atingem também a indústria automobilística, que passa por um momento crucial de adoção de medidas que alterem significativamente o cenário desse mercado. Este segmento se empenha no desenvolvimento de tecnologias que reduzam a emissão de poluentes, e como exemplo tem-se o veículo elétrico, representado na Fig. 8, sendo este classificado como a melhor opção de promessa para combater os efeitos devastadores da poluição ambiental.



Figura 8- Carro elétrico da CEMIG
Fonte: [18]

O desenvolvimento de veículos elétricos originou-se dos problemas relacionados à queima de combustíveis fósseis, seus efeitos negativos e prejudiciais ao ambiente, além de se apresentarem como uma alternativa de baixo custo e com boa autonomia. Entretanto, outro fator também incentiva as pesquisas relacionadas a essa tecnologia: a *Smart Grid*.

Os veículos elétricos poderão funcionar como alimentadores de energia à rede principal nos momentos em que ela está mais sobrecarregada, fornecendo sua energia armazenada à rede. Eles funcionarão como fonte de energia em um momento e, em outro, como fontes armazenadoras (baterias). Assim os veículos elétricos poderão formar pequenas fontes de Geração Distribuída com a rede elétrica aproveitando-o como suporte durante as horas de pico de consumo de energia [14].

Para que este cenário seja viável faz-se necessário o desenvolvimento e construção de locais próprios para o reabastecimento dos veículos que sejam capazes de fazer a cobrança utilizando a rede de telecomunicações.

Assim, pode-se elencar como grandes dificuldades do uso do carro elétrico no nosso dia-a-dia os seguintes gargalos que impedem a sua disseminação: o tempo de carga; as dificuldades em construir estações de carga; o custo da bateria; manutenção e reciclagem da bateria; e legislação própria.

Projetos no Brasil

Alguns estados do Brasil têm investido em projetos piloto para o desenvolvimento de novas tecnologias de rede de energia. Estes projetos abrem caminho para um novo modelo de distribuição de energia elétrica, realizando a migração tecnológica do setor elétrico atual para a adoção plena do conceito de rede inteligente em todo o país. Citando 3 estados que se encontram em níveis mais avançados de implantação dos avanços da *Smart Grid*, tem-se: Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

- Minas Gerais: O programa Cidades do Futuro é um projeto de pesquisa e desenvolvimento realizado pela Cemig que trata de um dos mais abrangentes projetos de P&D de redes inteligentes da América Latina. A cidade escolhida para a implantação do programa foi Sete Lagoas, localizada na região central do Estado, na qual é modelo no âmbito de fornecimento de energia, por apresentar sistema elétrico de alta, média e baixa tensões, sistema de telecomunicações e a presença da Universidade da Cemig (UniverCemig) que conta com uma infraestrutura laboratorial para os testes da tecnologia e capacitação de equipes. Estas características contribuíram para a inauguração da mais moderna tecnologia de rede inteligente (*Smart Grid*) no setor

elétrico para o estado de Minas Gerais [19]. Em Sete Lagoas já foram instalados mais de 10 mil medidores inteligentes que permitem o gerenciamento do consumo de energia elétrica ao longo do dia, proporcionando aos consumidores a possibilidade de monitorar o melhor horário para o consumo de energia de forma mais eficiente e econômica. Com a introdução dos primeiros sinais das redes inteligentes na rede elétrica do Brasil, o consumidor terá a possibilidade de supervisionar a qualidade da energia oferecida, e com o grande diferencial de fazer isso agora em tempo real [20]. Este novo cenário proporcionará a automação da rede e subestações, produzindo como impacto mais significativo à redução das interrupções do serviço e maior agilidade nos reparos da rede elétrica, já que agora a identificação das falhas não depende mais da comunicação do consumidor às concessionárias e sim do sistema integrado de comunicação e transmissão de dados automatizados pelos medidores eletrônicos [21]. O projeto Cidades do Futuro tem previsão para ser concluído em 2014. Conta com um total de investimentos em torno de R\$ 50 milhões, financiados pelos programas de Eficiência Energética da Cemig, Programa de Processos e Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e pelo Governo dos EUA por meio da Agência Norte-Americana para o Comércio e Desenvolvimento (USTDA – Sigla em inglês) [22]. A cidade ainda conta com um novo projeto para instalação da maior usina fotovoltaica do país. Sete Lagoas apresenta um índice de radiação solar satisfatório o que possibilita a viabilidade do projeto. Para sua construção serão utilizadas mais de 3 mil placas solares compostas de células de silício [23].

- Rio de Janeiro: O projeto Cidade Inteligente Búzios, situado na cidade de Búzios/RJ representa um novo modelo de gestão energética com base na sustentabilidade, inovação, tecnologia e eficiência [24]. O projeto teve início em 2011 com apoio da AMPLA/Endesa Brasil e integra tecnologias tradicionais com modernas soluções digitais para melhorar a flexibilidade da rede e a gestão das informações [25]. A cidade Inteligente é um projeto da AMPLA, Distribuidora de Energia local, que vem investindo em projetos de Smart Cities e pretende colocar Búzios entre uma das mais inteligentes do mundo. A distribuidora objetiva racionalizar o consumo da energia e reduzir seu desperdício, alterando a realidade da cidade para uma consciência mais sustentável, racional e eficiente. O investimento calculado foi de R\$ 40 milhões em média e deve ser finalizado em meados de 2014 [24]. A cidade inteligente traz diversos benefícios aos consumidores de energia elétrica. Em primeiro lugar os projetos de redes inteligentes proporcionarão maior controle de consumo para os cidadãos, além de tarifação diferenciada por horário de consumo, o que se estima que reduza em até 30% a conta de energia dos brasileiros [26]. Outro benefício evidenciado é que agora os consumidores poderão gerar e vender energia, redirecionando o seu excedente energético à rede elétrica para redistribuição aos demais consumidores de sua região (Geração Distribuída). Essa geração será proveniente de fontes renováveis, como energia solar e eólica, o que reforça o contexto mundial de desenvolvimento sustentável e

autogestão. A iluminação pública passará a contar com lâmpadas LED que são mais econômicas e eficientes, além disso, as distribuidoras terão controle em tempo real da rede, podendo interferir com ajustes automáticos e respostas ágeis às oscilações de energia. O principal benefício das cidades inteligentes é que seu desenvolvimento prevê incentivo ao novo perfil de consumo consciente da população e seu engajamento no desenvolvimento sustentável do seu ambiente [26]. Já na cidade do Rio de Janeiro, em 2010, foi desenvolvido o programa *Smart Grid Light*. A companhia Light prevê investimentos provenientes do programa de P&D tecnológico do setor de energia elétrica, oferecidos e regulamentados pela ANEEL. O programa engloba uma série de projetos de redes inteligentes associados a novas tecnologias de medição e automação que serão aplicadas desde a rede de distribuição até as casas dos consumidores finais. Assim a Light se prepara de maneira mais estruturada para os desafios do mercado de energia, equipando-se para atender de maneira eficiente as necessidades atuais e futuras do consumidor [27]. No final de 2012 foram investidos R\$ 200 milhões em medição inteligente com um total de aproximadamente 300 mil medidores instalados na cidade do Rio de Janeiro. A distribuidora de energia elétrica do Estado do Rio de Janeiro investe em tecnologias que modificarão o cenário das cidades do Rio para o novo conceito de cidades do futuro. Nas imediações do bairro Leblon, na capital do estado, a Light prevê implantação de cerca de 1.000 medidores eletrônicos. Esta substituição proporcionará ao consumidor acompanhamento do seu perfil de consumo através das mais diversas interfaces (tablets, internet, celular ou sistema instalado na TV) [27]. Para a Light, o conceito de automatização da rede elétrica ultrapassa os limites dos medidores inteligentes. A empresa pretende instalar, até o final de 2013, tomadas inteligentes que criarão meios de diálogo entre os consumidores e as concessionárias, prevendo o entendimento do serviço e a incorporação dos conceitos inteligentes para as concessionárias de água e gás [27].

- São Paulo: A cidade de Aparecida/SP sempre foi conhecida como um santuário religioso que recebe nas mais diversas épocas do ano devotos de todas as regiões do país para conhecer a Basílica de Nossa Senhora Aparecida. Mas, desde 2011, com a implantação do projeto Inovcity, encabeçado pela distribuidora de energia elétrica EDP Bandeirantes, Aparecida se torna a primeira cidade inteligente do estado de São Paulo [28]. Algumas iniciativas foram tomadas para a construção deste cenário como a substituição dos medidores analógicos por medidores inteligentes, além da troca da iluminação tradicional por lâmpadas de LED. A cidade agora firma-se como um marco na história de São Paulo, direcionando os olhares do governo, outras concessionárias de energia e da população para as questões relacionadas à energia inteligente [28]. Atualmente foram instalados 3.300 medidores inteligentes dos 12.000 a serem instalados por todo município. Desenvolvidos para operar de forma inovadora, os medidores irão aprimorar o sistema de medição de energia elétrica beneficiando as concessionárias e o consumidor final [4]. Vários serão os benefícios do medidor inteligente para a cidade, como

otimização dos custos de manutenção da rede, gestão remota de equipamentos da rede, melhor controle sobre os fluxos da energia da rede a fim de minimizar as perdas, iluminação pública eficiente, microgeração com fontes renováveis de energia, etc. A EDP Bandeirantes investiu 10 milhões no projeto piloto da InovCity. A distribuidora doou cinco postos de carregamento para veículos elétricos, além de bicicletas e scooters elétricos com a finalidade de incentivar a utilização da mobilidade elétrica [29].

VII. ENTRAVES AO DESENVOLVIMENTO DA *SMART GRID*

A rede inteligente vem trazer modernização ao sistema de fornecimento de eletricidade tradicional, monitorando, protegendo e otimizando automaticamente o funcionamento dos sistemas interligados à rede. Assim, a *Smart Grid* surge como uma tecnologia que trará maiores níveis de eficiência e eficácia na geração, transmissão e distribuição da energia elétrica. Porém, toda inovação seja ela radical ou não, traz impactos à atual estrutura existente. Neste contexto vislumbram-se alguns entraves ao desenvolvimento das tecnologias de *Smart Grid* no país, que podem ser sintetizadas em [12]:

- Integrar a Geração Distribuída e as fontes renováveis às redes de distribuição, proporcionando o cenário esperado de suporte ao aumento da demanda energética.
- Desenvolvimento e padronização das tecnologias de rede inteligente, que se mostram inovadoras e desafiadoras. O desenvolvimento consistente dessas tecnologias fomentará níveis de confiabilidade mais elevados, facilitando a introdução das mesmas no mercado energético.
- Gerenciamento pelo lado da demanda, exigindo elevados níveis de conscientização da população para correto entendimento dos benefícios e particularidades do novo cenário.
- Desenvolvimento de tecnologias de suporte, como softwares de monitoramento e medição de consumo, software de organização e síntese dos dados que serão transferidos de forma bidirecional.
- Criação da infraestrutura de telecomunicações necessária ao suporte de uma rede inteligente.
- Análise e desenvolvimento de modelos tarifários para os novos padrões de consumo e uso de energia.
- Testes e certificações da tecnologia proposta para comprovar sua viabilidade técnica, financeira, econômica e comercial.
- Maior abrangência de projetos piloto práticos que demonstrem a aplicabilidade das tecnologias e seus benefícios à rede.
- Qualificação e treinamento da mão de obra que estará em contato direto com a tecnologia e com os consumidores.
- Definição dos recursos monetários necessários ao incentivo de pesquisas e implantação das mudanças indispensáveis à regulação do novo sistema elétrico.
- Elevado número de medidores analógicos a serem substituídos.
- Alto custo das energias alternativas, dificultando o desenvolvimento de uma rede consistente de suporte à rede elétrica principal.

De fato, o cenário atual da rede elétrica traz grandes prejuízos financeiros, e o advento da rede inteligente se mostra como o caminho a ser articulado para conter esse gargalo operacional. Assim esses obstáculos, apresentados à primeira vista, como entraves ao completo desenvolvimento e implementação das tecnologias no mercado, se configuram como marcos a serem batidos, apontando cada vez mais para a elaboração de planos regionais específicos de atuação em prol do benefício geral da população.

VIII. CONCLUSÃO

O desenvolvimento da *Smart Grid* abre as portas para uma série de inovações tecnológicas que irão impactar positivamente a realidade elétrica do país, tais como: tecnologias de simulação computacional e física, redes de comunicação, testes de tomada de decisão, novos equipamento e etc., e podendo inclusive alterar a relação sociedade para com os sistemas energéticos.

A partir do levantamento feito neste artigo identificou-se que o futuro dos sistemas elétricos Brasileiros permeia as redes inteligentes e suas tecnologias adjacentes, que combinadas à inteligência artificial podem prover níveis de autonomia capazes de auto gerenciar a rede elétrica, munindo-a de configurações capazes de minimizar as perdas e maximizar a proteção a ela oferecida. Mas para isso o governo Brasileiro necessitará estruturar uma política de planejamento consistente capaz de abranger a totalidade das particularidades que a *Smart Grid* trás consigo. Além do planejamento estruturado, o governo tem como grande desafio propor cenários de investimentos em pesquisas de eficiência energética mais agressivos, que possam beneficiar o desenvolvimento das pesquisas que irão deslançar a utilização do conceito de *Smart Grids*.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi alcançado ao identificar e promover a reunião das abordagens teóricas em torno do tema *Smart Grid* provendo a todos maior esclarecimento quanto a esta inovação tecnológica que modificará o panorama atual de geração, transmissão e distribuição da energia elétrica no país.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]RIBEIRO, Cássio Lourenço. Aspectos Institucionais para o Smart Grid: riscos, oportunidades e desafios regulatórios. Grupo de Estudo de Direito de Recursos Naturais, Brasília, p. 49.
- [2]Grupo de Trabalho de Redes Elétricas Inteligentes Ministério de Minas e Energia - Relatório Smart Grid. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/117126564/Smart-Grid>>. Acesso em 22 mar. 2013.
- [3]Bollen, M.H.J. What is power quality?. Elsevier. v.66, p.5-14, 2003.
- [4]REVISTA SMART ENERGY: SMART GRID: REVOLUÇÃO QUE AINDA ESTÁ POR VIR. São Paulo: Bolina, n. 15, dez. 2012. 66 p.
- [5]ANEEL. ANEEL abre audiência para definir novo padrão de medidor de energia. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticia.s.cfm?Identidade=3571&id_area=90>. Acesso em 22 mar. 2013.
- [6]ANEEL. Tarifa branca ao consumidor de baixa tensão valerá com novo medidor. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticia> Volume 8 – n. 95 – Novembro/2013
- s.cfm?Identidade=4921&id_area=90 >. Acesso em 2 abr. 2013
- [7]FERREIRA, Maria Carolina Avela Fadul. Perspectivas e Desafios para a Implantação das Smarts Grids: um estudo de caso dos EUA, Portugal e Brasil. 2010. 78 f. Monografia (Programa de Graduação em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2010.
- [8]GOVERNMENT SERIES SMART GRID. Ano 2009, vol1. Copyright 2009 by The Capitol.Net. All Rights Reserved. 703-739-3790.
- [9]REVISTA SMART ENERGY: TERCEIRO CICLO GERA CONFLITO ENTRE ANELL E DISTRIBUIDORAS. São Paulo: Bolina, n. 14, out. 2012. 66p.
- [10]ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso 2 de abr. 2013.
- [11]ANEEL, Lei nº 9.991. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF: 2000, 4p.
- [12]ANEEL, Chamada nº011/2011. Projeto Estratégico: “Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente”. Brasília, DF: 2010, 21 p.
- [13]COMPUTERWORLD – Portal sobre tecnologia da informação e telecomunicações. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/tecnologia/2012/08/07/bras-il-trilha-caminho-para-chegar-a-smart-grid/>>. Acesso em 9 abr. 2013.
- [14]LOPES, Yona. F, F. Ricardo Henrique *et al.* Smart Grid e IEC 61850: Novos Desafios em Redes e Telecomunicações para o Sistema Elétrico. In: Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, n 30, 2012, Brasília. p. 13-16.
- [15]DISTRIBUTED GENERATION IN LIBERALISED ELECTRICITY MARKETS. Paris: IEA - International Energy Agency, 2002. Disponível em: <<http://gasunie.eldoc.ub.rug.nl/FILES/root/2002/3125958/3125958.pdf>>. Acesso em 9 abr. 2013.
- [16]REVISTA O SETOR ELÉTRICO: MICRORREDES INTELIGENTES:UM NOVO MODELO DE NEGÓCIO PARA A DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. São Paulo: Atitude Editorial, n. 7, dez. 2011. 9 p.
- [17]JUNG, Jackson. Armazenamento de energia em Smart Grids.2010.67f.Projeto de Diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Elétrica. Porto Alegre. 2010.
- [18]JORNAL TUDO EM DIA. Cemig realiza testes de veículo elétrico pelas ruas de Uberlândia. Disponível em: <http://www.tudoemdia.com/portal/2013/02/cemig-realiza-testes-de-veiculo-eletrico-pelas-ruas-de-uberlandia/>. Acesso em 10 abr. 2013.
- [19]SMART GRID NEWS. Cemig implanta eficiência energética e redes inteligentes em Sete Lagoas. 2012. Disponível em: <<http://smartgridnews.com.br/cemig-implanta-eficiencia-energetica-e-redes-inteligentes-em-sete-lagoas/>>. Acesso em 11 abr. 2013.
- [20]ENERGIA INTELIGENTE. O seu ambiente de interação sobre energia e tecnologia. Disponível em: <<http://energiainteligenteufjf.com/2012/10/01/8-mil-medidores-inteligentes-serao-instalados-em-unidades->

- consumidoras-de-sete-lagoas/ >. Acesso em 11 abr. 2013.
- [21]AGÊNCIAMINAS. Projeto Cidades do Futuro, da Cemig, quer transformar consumidores em fornecedores de energia. Disponível em: <<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticias/projeto-cidades-do-futuro-da-cemig-quer-transformar-consumidores-em-fornecedores-de-energia/>>. Acesso em 15 abr. 2013.
- [22]REDE INTELIGENTE. Cemig prevê conclusão de 1ª etapa de projeto piloto de Smart Grid em 2014. Disponível em: <<http://www.redeinteligente.com/2011/09/09/cemig-preve-conclusao-de-1%C2%AA-etapa-de-projeto-piloto-de-smart-grid-em-2014/>>. Acesso em 15 abr. 2013.
- [23]REVISTA P&D: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO. GESTÃO ESTRATÉGICA TECNOLÓGICA. n 7, 2011. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Documents/RevistaPeD2011.pdf>. Acesso em 15 abr. 2013.
- [24]O DIA. Projeto faz de Búzios a primeira Cidade Inteligente. Disponível em: <<http://odia.ig.com.br/porta/cienciaesaude/vidaemeioambient/e/projeto-faz-de-b%C3%BAzios-a-primeira-cidade-inteligente-1.521561/>>. Acesso em 16 abr. 2013.
- [25]AMPLA. Cidade Inteligente Búzios. Disponível em: <<http://www.ampla.com/media/143621/cidade%20inteligente%20jul2011.pdf>>. Acesso em 16 abr. 2013.
- [26]REDE INTELIGENTE. Cemig prevê conclusão de 1ª etapa de projeto piloto de Smart Grid em 2014. Disponível em: <<http://www.redeinteligente.com/2011/09/09/cemig-preve-conclusao-de-1%C2%AA-etapa-de-projeto-piloto-de-smart-grid-em-2014/>>. Acesso em 17 abr. 2013.
- [27]JORNAL DA ENERGIA. O mundo da eletricidade me tempo real. Light investe R\$200 milhões em medição inteligente. Disponível em: <http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=11580&id_secao=12/>. Acesso em 17 abr. 2013.
- [28]SMART GRID NEWS. InovCity: Lançamento de Projetos de Inovação Social e Mobilidade Elétrica Disponível em: <<http://smartgridnews.com.br/inovcity-lancamento-de-projetos-de-inovacao-social-e-mobilidade-eletrica/>>. Acesso em 18 abr. 2013.
- [29]PORTUGAL DIGITAL. EDP Brasil: InovCity completa um ano de implantação gerando resultados para população. Disponível em: <<http://www.portugaldigital.com.br/economia/ver/20072587-edp-brasil-inovcity-completa-um-ano-de-implantacao-gerando-resultados-para-populacao>>. Acesso em 18 abr. 2013.

X. COPYRIGHT

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



ANÁLISE DA ATRATIVIDADE ECONÔMICA DE ASSOCIAÇÕES HIDRO-EÓLICAS COMO SUPORTE A DECISÕES ESTRATÉGICAS DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA E NOVOS INVESTIMENTOS

CAMARGO, L. A. S.¹; GUARNIER, E.¹; RAMOS, D. S.¹

1 – ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO,
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO
ELÉTRICAS

luiz.steinle@usp.br;eguarnier@usp.br;dorelram@usp.br

Resumo – *Empresas de geração tipicamente hidráulica têm investido em projetos eólicos para a expansão de seus parques geradores, aproveitando-se da competitividade dessa fonte no mercado brasileiro e da complementação energética hidro-eólica. Neste trabalho, através da aplicação de um ferramental de otimização com emprego de Algoritmo Genético e métrica de risco baseada no conceito de Conditional Value-at-Risk (CVaR), analisa-se o impacto de novos projetos eólicos quando associados com o parque hidráulico existente de uma empresa geradora, sob o ponto de vista da estratégia de comercialização e de investimentos. Um estudo de caso ilustra a análise da associação de três projetos eólicos em associação com uma hidrelétrica. Como resultado, observa-se que em tais associações ocorre um ‘efeito portfólio’ que resulta em ganhos adicionais para a empresa, quando comparado com o desempenho individualizados das usinas, permitindo uma maior alocação da placa global do portfólio em contratos e resultando numa melhora do perfil de risco do conjunto, bem como maior retorno. Com efeito, determina-se o projeto candidato que traz o melhor benefício ao portfólio, auxiliando os decisores na alocação ótima dos recursos disponíveis para investimentos e no delineamento da estratégia comercial para venda da produção.*

Palavras-chave: Associação Hidro-Eólica. Comercialização. Investimento. Gestão de Portfólio.

I. INTRODUÇÃO

No Mercado energético brasileiro, reconhecido por ser grande produtor de hidroeletricidade (88 GW de capacidade instalada), a capacidade instalada de fontes eólicas tem expandido rapidamente, estimando-se um crescimento do patamar de 3,2 GW em 2012, para cerca de 11,5 GW em 2020, sendo que mais da metade do novo potencial explorado concentra-se na região nordeste. Tal expansão tem sido suportada (i) pelos incentivos fiscais e financeiros do governo a essa fonte, (ii) pela diretriz nacional de planejamento da expansão (EPE, 2013) e, finalmente, (iii) pela queda nos preços de equipamentos, decorrente do desenvolvimento do mercado nacional e crise no mercado europeu no início desta década.

Em decorrência da condição de mercado bastante favorável à alavancagem da fonte eólica, bem como para obter ganhos de escala, grandes companhias, tipicamente produtoras de hidroeletricidade, estão diversificando seus portfólios através do investimento em projetos eólicos.

De maneira geral, as fontes renováveis possuem diferentes perfis de gerações. No Brasil, as fontes

hidráulicas tendem a gerar mais entre dezembro e abril, período de estação chuvosa, enquanto que as fontes eólicas, principalmente no nordeste, tendem a gerar mais durante os meses de junho e novembro.

Devido ao fato do Sistema Interligado Nacional - SIN ter sua operação otimizada através de um despacho hidrotérmico centralizado, o valor do preço spot de energia PLD (preço de liquidação das diferenças) tende a ser negativamente correlacionado com a geração hidráulica. Por conseguinte, quando há maior tendência de geração alta para essa fonte, o preço tende a ser baixo e vice-versa. O mesmo não ocorre, no entanto, para a fonte eólica, cujo período de maior geração anual média ocorre enquanto há tendência de alta no PLD. As tendências sofrem influência das incertezas oriundas da característica estocástica da geração de cada fonte e do próprio processo de formação do PLD. Ver mais sobre o assunto em: Tolmasquim (2011) e Silva (2001).

Esses fatos aumentam o risco dos geradores em comercializar grandes quantidades de sua garantia física (GF) através de contratos anuais com entrega fixa, tornando-se necessário o desenvolvimento de estratégias de comercialização para se evitar o risco de exposição aos preços do Mercado de Curto Prazo (MCP).

Uma estratégia viável reside na exploração da complementaridade entre os perfis de geração hidro e eólica, de forma a comercializar uma placa mais estável, formada pelo mix desses dois perfis, baseado no fato que a produção total do portfólio pode ser comercializada em conjunto, conforme regulação vigente (RAMOS *et al*, 2013).

Ademais, a diversificação de portfólios de ativos requer uma análise sobre o impacto que a inserção de uma nova fonte ou projeto resulta sobre o portfólio existente, com vistas a valorar os benefícios que poderiam ser agregados a partir de uma decisão de investimento em determinado projeto, considerando o binômico risco x retorno da expansão do parque gerador (RAMOS *et al*, 2012).

Dentro do contexto apresentado, vem à tona o objetivo principal desse trabalho, qual seja, analisar os efeitos de associações hidro-eólica nas estratégias de comercialização e de investimento de uma empresa geradora tipicamente hidráulica, contemplando fatores de gestão de portfólio para análise de risco x retorno e exposição ao MCP.

Para tanto, desenvolve-se um ferramental de suporte à decisão que permite realizar as análises objetivadas através

de processos de otimização, que incorporam as incertezas de PLD e geração, utilizando a métrica de risco CVaR ('Conditional Value-at-Risk') como restrição. O processo de otimização utiliza técnicas de Algoritmo Genético, fato que permitiu modelar adequadamente o problema e obter soluções otimizadas de forma bastante factível. Aspectos regulatórios e de comercialização são considerados, bem como de análise de investimento e gestão de portfólio.

II. COMPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA

O atual contexto institucional brasileiro trouxe a necessidade de estudar e analisar as melhores opções de produção e comercialização de energia, no âmbito da geração, considerando inclusive a complementação energética entre plantas geradoras e seus rebatimentos econômicos e financeiros, derivados da exposição aos riscos inerentes à atividade de comercialização.

O forte crescimento da participação da energia eólica na matriz energética brasileira deve-se, entre outros, ao efeito dos Leilões de contratação de Energia Nova para o Mercado Regulado e de Energia de Reserva para todo o Sistema.

Entretanto, a energia eólica ainda se depara com alguns obstáculos para a comercialização, principalmente no Mercado Livre, pois neste caso o risco inerente à atividade de comercialização é assumido integralmente pelo investidor, enquanto que no mercado regulado importante parcela do risco é assumida pelas Distribuidoras, que depois repassam as consequências financeiras aos Consumidores.

Um fator desencorajador aos geradores eólicos na negociação no mercado livre é a combinação de incertezas sobre a sua geração, que são intermitentes por natureza, bem como a dificuldade de obtenção de mecanismos de proteção ("hedge") para gerenciar adequadamente essas incertezas (STREET *et al.*, 2009; GARCIA, 2008; ANGARITE & USUALA, 2007).

A geração de energia proveniente de usinas hidráulicas também sofre com a imprevisibilidade e variação nas vazões. Para esta fonte, por sua vez, já existe o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) que divide os riscos de geração reduzida entre todas as usinas hidráulicas do sistema, captando as diferenças de sazonalidade das vazões entre as bacias hidrográficas, bem como neutralizando o impacto financeiro associado ao risco hidrológico proveniente do despacho centralizado que caracteriza a sistemática operacional do Sistema Interligado Brasileiro.

Além de incorporar aspectos da sazonalidade e representar as incertezas na geração eólica e hidráulica, há de se analisar a relação entre a sazonalidade de geração e o PLD. Devido à característica hidrotérmica do SIN, onde uma redução da geração de energia hidrelétrica resulta em aumento da geração termelétrica e vice-versa, a metodologia de formação do preço da energia no mercado de curto prazo, se baseia no cálculo do Custo Marginal de Operação (CMO), que é uma "proxy" do PLD, depois de contemplados um teto e um piso para o CMO em todos os Submercados. O CMO representa o Valor da Água, obtido por um modelo de simulação energética (NEWAVE), baseado em Programação Dinâmica Dual Estocástica e Cortes de Benders, que permitem ponderar o custo de substituição da água armazenada no presente por geração termelétrica de alto custo, ou mesmo um déficit de

atendimento, no futuro, caso o Operador recorra ao deplecionamento dos reservatórios para minimizar o custo imediato de operação. Nesse contexto, verifica-se que, historicamente, as usinas hidráulicas tendem a gerar mais em períodos onde o PLD está baixo (período úmido, com alta geração hidrelétrica), atendendo ao despacho ótimo do SIN, enquanto as usinas eólicas (Nordeste), por características naturais, geram mais no período onde o PLD está mais alto (período seco, de baixa geração hidrelétrica).

Igualmente, cumpre ressaltar que a relação entre geração hidrelétrica elevada no período úmido, associada a baixos valores de PLD, não é sempre visualizada na prática, como pôde ser observado nos primeiros meses de 2008 onde o PLD atingiu valores acima de 550 R\$/MWh, fato esse que se repetiu no início de 2013, expondo muitos agentes a um elevado risco de mercado.

O crescente aporte de investimentos em fontes alternativas e as lacunas para salvaguardar os investidores dos riscos inerentes incentivam os grandes geradores e agentes comercializadores a analisar o efeito da complementaridade entre a sazonalidade de geração dessas fontes, tendo em vista definir estratégias de investimento e comercialização, de tal forma a capturar esse efeito (quando existente) e auferir ganhos adicionais de receita, obtendo melhor resultado financeiro em relação à comercialização em separado da energia gerada individualmente.

Ademais, ao considerar os ativos num mesmo portfólio, a sazonalidade de geração pode resultar em "hedge" natural para a comercialização da GF total, funcionando como um mecanismo de mitigação de risco. Esse conceito fundamenta-se na teoria do portfólio para diversificação de risco (SECURATO, 1996; MARKOWITZ, 1952).

III. FERRAMENTAL DE SUPORTE À DECISÃO

Com vistas ao atendimento dos objetivos do estudo, foi desenvolvido um ferramental de suporte à tomada de decisão para definição de estratégias para comercialização e investimento na formação de portfólios. O ferramental é composto por dois modelos, chamados doravante de Modelo de Receita e Modelo Eco-Fin. O primeiro tem potencial para análise de comercialização e ao ter o segundo acoplado, torna o ferramental apto para análises de investimentos.

O Modelo de Receita estima a receita e o risco de uma ou mais usinas, bem como analisa o comportamento de um portfólio (ex: combinação eólica + PCH) sujeitas às regras de precificação e geração de energia. Ao analisar o grau de complementaridade entre fontes é possível determinar o valor do "hedge" quando a GF do portfólio é comercializada em conjunto ao invés de individualizada por tipo de fonte.

A complementação da análise, com a inclusão de custos dos projetos é feita através do Modelo Eco-Fin, considerando parâmetros como a taxa de desconto, a vida útil, o cronograma de desembolso e o investimento unitário.

A Figura 1 apresenta o esquema geral do ferramental desenvolvido enquanto a Figura 2 os parâmetros de entrada/saída do módulo de análise de investimento.

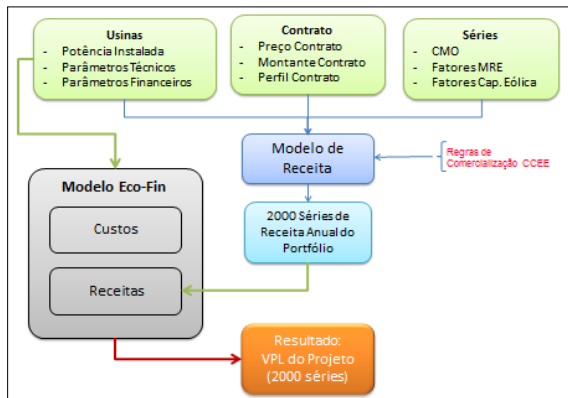


Figura 1 - Visão geral do ferramental de análise

O algoritmo genético (AG) é um método de otimização baseado nos processos de adaptação evolutiva em sistemas naturais. No ferramental desenvolvido, o AG utilizado compreende um conjunto de indivíduos (população) e um conjunto de operadores genéticos que atua sobre a população, analisando um conjunto de soluções potenciais, devidamente codificado (neste caso, codificação binária, ou seja, os indivíduos são ‘strings’ de ‘bits’), que constitui a população e, então, manipula os indivíduos mais aptos, utilizando-se três operadores genéticos, para a obtenção de uma população otimizada: Elitismo, Mutação e Cruzamento.

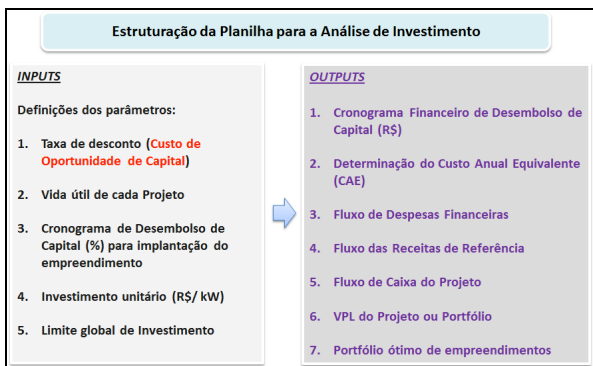


Figura 2 - Parâmetros de Entrada e Saída para Análise de Investimento

O ferramental necessário para se obter uma otimização estrito senso seria de grande complexidade, pois o problema a ser modelado e equacionado é estocástico, de grande dimensão e não separável no tempo. De fato, a solução exige definir a melhor alternativa viável, considerando a receita obtida em cada uma das 2000 séries sintéticas de PLD e gerações, para a contabilização das sobras/excedentes no Mercado de Custo Prazo (MCP). Assim, observando-se que se depara com um problema combinatório, a utilização do AG trouxe vantagens de formulação e uma importante redução nos tempos de processamento na otimização, além da garantia de sempre se encontrar uma solução, ainda que na maioria das vezes sub-ótima.

Modelo de Receita

Em linhas gerais, as etapas no modelo seguem a seguinte rotina: (i) Determinam-se as sobras e/ou déficits resultantes da diferença entre o volume gerado (individual ou do portfólio) e o montante alocado em contratos. (ii) Contabilizam-se as sobras/déficits ao valor do PLD, determinando-se o ‘custo de geração’ e de exposição

MCP. (iii) Determina-se a receita fixa proveniente dos contratos por quantidade, em função do preço e montante contratados. (iv) Determina-se a Receita Total (ano, mês e série/cenário) pela soma da receita fixa (ano, mês) e o custo de geração (ano, mês e série). (v) Repete-se essa rotina variando o percentual de contratação até que se encontre aquele que maximiza a receita, respeitando-se determinado critério de risco. A análise pode ser realizada para uma usina individualmente ou para um portfólio.

A simulação da geração das plantas considera, entre outros, fatores como a participação no MRE e as regras de despacho para o caso de uma PCH. No caso de Usinas Eólicas são considerados valores de Fator de Capacidade (FC) mensais, fatores de indisponibilidade Forçada da planta (TEIF) e Programada (IP).

A geração das usinas é determinada de forma diferenciada para cada fonte e expressa em MW médios. A simulação dos cenários de geração Hidro e Eólica foi descrita na seção 0, estudo de caso.

No modelo, a geração do portfólio é obtida pela soma das gerações individuais (por ano ‘a’, mês ‘m’ e cenário ‘s’), conforme equação (1):

$$G_{a,m,s}^{Port} = G_{a,m,s}^{PCH} + G_{a,m,s}^{Eol} \quad (1)$$

O Montante Contratado mensalmente do portfólio (C_m^{Port}), em MW médios, foi modelado em função de uma parcela (α) da Garantia Física do portfólio (GF^{Port}) alocada em contrato, de acordo com o perfil mensal do contrato (β_m), conforme definido na equação (2) a seguir.

$$C_m^{Port} = \alpha * \beta_m * GF^{Port} \quad (2)$$

Onde a GF do Portfólio é igual à soma da GF das usinas.

O preço e a sazonalização do contrato são pré-estabelecidos como ‘entradas’ para o modelo. Há dois tipos de perfis de entrega. Um de ‘perfil flat’, onde a entrega é fixa e constante ao longo do horizonte de vigência do contrato e outro denominado ‘perfil gangorra’, onde a entrega é dividida em duas parcelas anuais correspondentes ao período úmido e período seco. Desta forma, uma usina poderia alocar maior volume de sua GF em um dos períodos com o intuito de minimizar seu risco, desde que o comprador do contrato aceite os termos propostos.

Na etapa de Contabilização no MCP se verifica a diferença entre o montante contratado mensalmente com a geração do portfólio ($G_{a,m,s}^{Port}$) da usina. A Contabilização do montante a ser liquidado ($L_{a,m,s}^M$) é realizada para cada mês, ano e série hidrológica/eólica, conforme equação (3):

$$L_{a,m,s}^M = C_m^{Port} - G_{a,m,s}^{Port} \quad (3)$$

Se o valor Contabilizado for negativo ($L_{a,m,s}^M < 0$) significa que a Geradora pode vender o excedente de energia gerada no MCP e auferir ganho extra de receita. Em contrário, a Geradora deverá comprar o correspondente ao déficit no MCP, para cobrir o montante contratado.

A etapa seguinte envolve a análise do custo de liquidação no MCP. O Custo de Geração para hidrelétricas e para eólicas pode ser considerado como nulo, pois ambas

não precisam comprar combustíveis para despachar. Desta forma, nesta análise o custo de geração não foi considerado. Assim, trabalhou-se apenas com o Custo de liquidação no MCP, conforme a equação (4) a seguir, onde "nh_{a,m}" denota o número de horas do mês "m" no ano "a" e o "PLD_{a,m,s}" representa o preço do mês "m", ano "a" e série "s".

$$L_{a,m,s}^C = L_{a,m,s}^M * PLD_{a,m,s} * nh_{a,m} \quad (4)$$

Por convenção, resultados negativos para Custo no MCP indicam Receita proveniente da venda do excedente no MCP, enquanto que positivos indicam custo/despesas.

A Receita Mensal do Contrato (RC_{a,m}) é determinada pelo produto entre o Montante Contratado e o Preço de Venda de Contrato (P), equação (5):

$$RC_{a,m} = C_m^{Port} * P \quad (5)$$

Dessa forma, ao final do processo determina-se a Receita Total (RT_{a,m,s}) conforme equação (6):

$$RT_{a,m,s} = RC_{a,m} - L_{a,m,s}^C \quad (6)$$

Observa-se que na ocorrência de Custo negativo no MCP (indicando Receita), essa parcela será adicionada ao valor da RC, obtendo-se ganho na Receita Total.

A Receita Total Anual (RT_{a,s}) é determinada pela soma das receitas mensais, equação (7), e é utilizada na análise do fluxo de caixa do projeto e do risco de receitas baixas.

$$RT_{a,s} = \sum_{m=1}^{12} RT_{a,m,s} \quad (7)$$

Como métrica de risco foi utilizado o 'Conditional Value at Risk' (CVaR). Para a determinação do risco na Receita, utilizou-se o CVaR (5%), que representa a média dos 5% piores casos da receitas estimadas, ou seja, o CVAR representa a média dos cenários abaixo do VaR (5%).

Assim, determina-se o percentil correspondente aos 5% menores valores das receitas anuais estimadas e calcula-se o valor médio desse conjunto como o valor do CVaR. A Figura 3 ilustra os conceitos de VaR e CVaR para um caso genérico. Vale frisar que o investidor deseja maximizar a expectativa de Receita, representada pela receita média, bem como reduzir ou controlar sua exposição ao risco, obtida pela maximização do CVaR, que, de forma implícita, rebate numa concentração de receitas em torno da média. Ver mais em: Alexander (2010), Rockfellar & Uryasev (2000).

O risco de receitas baixas é traduzido através do CVaR (5%) da Receita Total Anual (CVaR_{RT}(5%)), que representa a média dos 5% piores casos. Considerando que o horizonte de análise é de 5 anos e que existem 2000 séries sintéticas, isto resulta em um total de 10.000 valores de Receita Anual.

Desta forma, o percentil 5% é representado pela 500ª pior Receita Anual, aqui identificada como RT_{5%}, e o CVaR é determinado a partir do seguinte equacionamento (8):

$$CVaR_{RT} = \frac{\sum_{a=1}^5 \sum_{s=1}^{2000} RT_{a,m,s}, \forall RT_{a,m,s} \leq RT_{5\%}}{500} \quad (8)$$

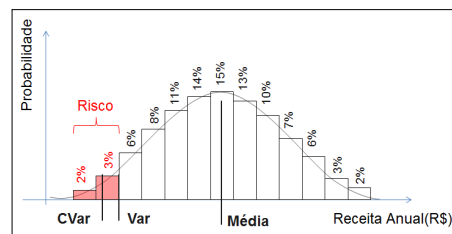


Figura 3 - Receita Média, VaR e CVaR de um portfólio

Modelo de Econômico Financeiro

Conforme fluxograma apresentado na Figura 1, o modelo econômico-financeiro é alimentado pelas informações do módulo 'Usinas' e do módulo 'Receitas'. Além das informações advindas destes dois módulos, o modelo requer a inserção de outros parâmetros para subsidiar a análise completa, apresentado na Figura 2.

Os dados de entrada (inputs) são aqueles necessários para a determinação dos custos associados ao investimento em cada unidade e também para a definição do limite global de investimento disponível. Os dados de saídas (outputs) fornecem os resultados das análises, por exemplo, o Valor Presente Líquido (VPL) do Projeto ou Portfólio e/ou composição ótima para investimento.

O custo dos investimentos é auferido com base em algumas características das usinas, como a vida útil dos empreendimentos, cronogramas de desembolso de capital (%) para a construção e custos unitários das fontes.

A partir do custo unitário (C_{fonte}^{fonte}) e da potência instalada de cada planta (Pot_{fonte}^{fonte}), determina-se o valor total do Investimento em cada usina (I_{fonte}^{fonte} = C_{fonte}^{fonte} * Pot_{fonte}^{fonte}). Esse valor será desembolsado em parcelas ao longo da fase pré-operacional dos projetos, conforme definido no parâmetro de entrada correspondente e em função da particularidade de cada projeto.

O desembolso financeiro na fase pré-operacional, realizado ao longo do horizonte e com parcelas distintas, implica em Juros Durante a Construção (JDC), capitalizados a valores futuros (na data de início da operação). No modelo desenvolvido, adotou-se a premissa de que todas as Usinas entrarão em operação na mesma data (A-0) e que, a depender do projeto, estes terão tempos de construção distintos ajustados para iniciarem na mesma data (A-0).

Como os investimentos parciais ocorrem em tempos distintos, há um efeito diferenciado dos juros que incidem durante a fase de construção. Esse efeito também é influenciado pelo montante desembolsado em cada parcela. A Equação (9) apresenta o equacionamento do Investimento total com incidência do JDC (IJDC), onde a = 5 é o 4º ano anterior à entrada em operação e a = 1 é o ano de entrada.

$$I_{JDC}^{fonte} = \sum_{a=1}^5 I_a^{fonte} * (1+i)^{(1-a)} \quad (9)$$

O investimento total (I_{JDC}^{Port}) é calculado pela soma dos investimentos de cada usina do portfólio. Este valor será utilizado no equacionamento como restrição orçamentária.

Uma maneira de representar o custo do investimento ao longo da vida útil de um empreendimento é através da determinação do Custo Anual Equivalente (CAE). Nessa metodologia, a fórmula do CAE é uma função da taxa de juros (i), vida útil do empreendimento (nu^{fonte}) e do investimento total com a incidência do JDC (I_{JDC}^{fonte}), equação (10). A formulação do CAE também pode ser escrita como a multiplicação do IJDC pelo Fator de Recuperação de Capital (FRC).

$$CAE^{fonte} = \frac{i * (I_{JDC}^{fonte}) * (1 + i)^{nu^{fonte}}}{((1 + i)^{nu^{fonte}} - 1)} \quad (10)$$

Nota-se que, com essa abordagem, as despesas financeiras são uniformizadas ao longo da vida útil de cada projeto na forma das parcelas do CAE. A vantagem de tal método suporta-se no fato de que, na análise de um fluxo de caixa, ao se truncar as séries ao final do horizonte de análise econômica (ex: decenal) se leva em conta implicitamente o valor residual, que será diferente para cada caso e permite prescindir da adoção de hipóteses “fortes” e discutíveis, como por exemplo, repetir o último ano da análise indefinidamente, até o final do horizonte de contrato.

O CAE é determinado individualmente para cada tipo de usina, com base em seus parâmetros de entrada, sendo que a soma destes valores resulta no CAE do Portfólio (CAE^{Port}), uniforme para todos os anos e séries da análise.

Decorre daí que a avaliação dos projetos é realizada a partir das receitas e dos CAE, contabilizando-se o VPL da Receita Líquida para as 2000 séries sintéticas utilizadas.

A Receita Líquida ($RL_{a,s}$) é calculada, para cada ano e série, através da subtração do CAE da parcela Receita Total do Portfólio, conforme equacionamento (11) a seguir:

$$RL_{a,s} = RT_{a,s} - CAE^{Port} \quad (11)$$

O VPL do Portfólio (VPL_s) é então definido para cada série hidrológica, equação (12):

$$VPL_s = \sum_{a=1}^9 \frac{RL_{a,s}}{(1 + i)^a} \quad (12)$$

A métrica utilizada para a avaliação do portfólio é a média dos cenários de VPL, conforme equação (13):

$$\overline{VPL} = \sum_{s=1}^{2000} \frac{VPL_s}{2000} \quad (13)$$

Uma segunda restrição de risco adicionada ao modelo é o CVaR(5%) do VPL ($CVaR_{VPL}(5\%)$) que se traduz na média dos 5% piores casos de VPL. Considerando as 2000 séries sintéticas, o percentil 5% é representado pelo 100º pior valor de VPL, aqui identificado como $VPL_{5\%}$, e o CVaR é determinado a partir da equação (14):

$$CVaR_{VPL} = \frac{\sum_{s=1}^{2000} VPL_s, \forall VPL_s \leq VPL_{5\%}}{100} \quad (14)$$

Otimização por Algoritmos Genéticos

A inclusão do processo de otimização, pela técnica de Algoritmos Genéticos (AG) foi estruturada em linguagem VBA associado à plataforma MS Excel.

A otimização visa encontrar o portfólio ótimo. A sua função objetivo é a maximização do VPL médio do portfólio, sujeito às restrições orçamentárias de Valor Máximo de investimento total (IMax) e CVaR da receita anual ($CVaR_{RT,Limite}(5\%)$) e do VPL ($CVaR_{VPL,Limite}(5\%)$).

O CVaR mínimo do VPL foi definido nas restrições da otimização com valor zero, desta forma o investidor terá para a média dos 5% piores cenários do modelo, no mínimo, a taxa de desconto definida para o investimento. As variáveis de decisão são o percentual contratado do portfólio e a potência instalada de cada uma das fontes.

O modelo de otimização pode ser definido conforme equacionamento a seguir (15):

Maximizar \overline{VPL}

Variáveis otimizadas: α, Pot^{Eol}

Sujeito à:

$$\begin{aligned} I_{JDC}^{Port} &\leq IMax \\ CVaR_{RT}(5\%) &\geq CVaR_{RT,Limite}(5\%) \\ CVaR_{VPL}(5\%) &\geq CVaR_{VPL,Limite}(5\%) \\ 0 &\leq \alpha \leq 100\% \\ 0 &\leq Pot^{Eol} \leq 60 \end{aligned} \quad (15)$$

IV. ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso visa analisar possíveis benefícios que uma empresa hidrelétrica pode auferir realizando investimentos em usinas eólicas através da mensuração do desempenho financeiro do portfólio em termos de risco e retorno, resolvido pela aplicação do modelo de otimização anteriormente descrito. Foram consideradas três plantas eólicas localizadas nas 3 regiões do Brasil com maior capacidade instalada da fonte.

Primeiro, analisou-se cada usina de forma individualizada (Hidrelétrica, Eólica 1, Eólica 2 e Eólica 3). Segundo, analisou-se o desempenho de cada associação hidro-eólica (portfólio). E, finalmente, em terceiro lugar, comparou-se a soma dos desempenhos individuais com os resultados dos portfólios, permitindo assim mensurar os ganhos de cada associação.

Como premissa, definiu-se a receita anual de referência (R_{Ref}) equivalente ao montante obtido pela venda de 100% da GF do empreendimento ao preço de contrato e ao longo do período de 1 ano, sem ocorrência de liquidações no MCP, isto é, a R_{Ref} é “sem risco”, pois desconsidera as incertezas sobre a geração e PLD. O CVaR limite do portfólio foi definido como 75% R_{Ref} .

Estratégia de Comercialização

Nas análises foi considerada a mesma estratégia de comercialização: Venda da produção através de contratos por quantidade, com prazo de validade de 5 anos (2013-2017), perfil de entrega flat e preço de 130,00 R\$/MWh.

Cenários de Despacho, Geração e PLD

A simulação da operação do sistema para o horizonte de estudo foi realizada através do modelo SMERA (*Stochastic Model for Energy Resource Allocation*), utilizando como base o deck de dados de Janeiro de 2013 para o PMO (Programa Mensal de Operação). O horizonte do estudo compreende o período de 2013 a 2017 (5 anos).

As usinas eólicas foram representadas no sistema como usinas a fio d'água e modeladas como reservatórios equivalentes para cada ponto de geração. Na investigação empreendida, dados de duas fontes foram utilizados: Dados de vento do Modelo Numérico do NOAA/NCEP; e do modelo de Meso-escala da Vestas, para reconstituir séries históricas de velocidade de vento em vários sites importantes do território nacional. Com base nas séries históricas reconstituídas de velocidade de vento, utilizando a curva de potência da turbina V112 de 3MW em 110m de altura, foram geradas séries de dados discretizadas diariamente com o comportamento da geração de energia por uma turbina. Estes dados foram utilizados pelo sistema SMERA para a simulação das séries sintéticas de geração de energia eólica em cada ponto.

Assim, como resultados do modelo SMERA foram obtidos os valores de geração eólica para cada ponto (Eol1, Eol2 e Eol3), os valores de geração hidráulica e os de PLD, para cada cenário e mês do horizonte de planejamento. Na Figura 4 apresentamos o gráfico com os valores médios dos cenários das gerações das usinas e do PLD.

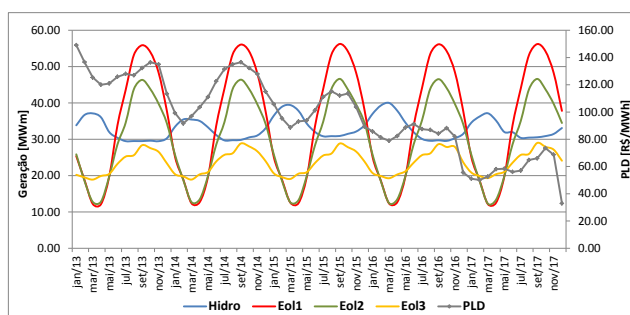


Figura 4 - Projeções das Gerações e PLD: 2013-2017

Análise da Usina Hidrelétrica

Assumiu-se a premissa de que a usina hidrelétrica (Hidro) em questão possui uma potência instalada de 60 MW com GF de 30 MWmed e encontra-se totalmente descontratada. Esta usina existente já foi amortizada, portanto a parcela de investimento é nula.

Com base nas premissas adotadas para as análises, temos que a receita de referência anual para a usina é de R\$ 34.164.000,00. O que implica num CVaR limite de R\$ 25.623.000,00 (75% da receita de referência).

Dessa forma, na análise individual da usina hidrelétrica, deseja-se obter o montante ótimo que deverá ser contratado de forma a maximizar a receita anual esperada (média) sem ultrapassar o critério de risco estipulado. Representamos o montante ótimo comercializado em contratos de longo prazo através da percentagem da GF do empreendimento.

Assim, o gráfico da Figura 5 a seguir representa o resultado da Receita Anual Média e do CVaR da Receita Anual através da variação do percentual de contratação da GF. Observa-se um comportamento não-linear do CVaR em

função do percentual contratado, indicando uma região viável onde os valores obtidos permanecem acima do CVaR limite, definido como critério de risco do portfólio. Como ao mesmo tempo ocorre um aumento linear do Retorno (Receita Anual Média), o ponto ótimo para as condições estabelecidas se situa na fronteira à direita da região viável, mais precisamente no ponto de 83,6% do percentual contratado, conforme atesta o resultado da otimização.

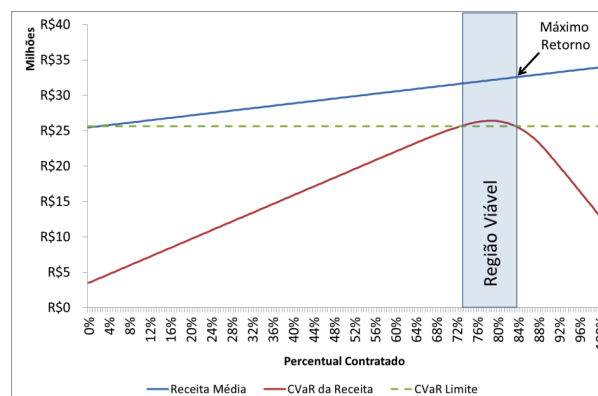


Figura 5 - Desempenho para diferentes percentuais contratados da Hidro

A Tabela I apresenta os resultados obtidos pela maximização do VPL e restringindo-se o CVaR da receita anual. O percentual ótimo de contratação foi de 83,6%, e os resultados foram expressos, para o horizonte de cinco anos, em função dos parâmetros: receita média e CVaR da receita anual, VPL da receita e CVaR do VPL.

Tabela I

Receita Média	CVaR da Receita	VPL Médio	VPL CVaR
32.564.612,00	25.623.000,00	124.266.092,00	112.636.567,00

Análise das Usinas Eólicas

Os projetos eólicos foram definidos como presentes em três localidades distintas: Ceará (Eol1), Rio Grande do Norte (Eol2) e Rio Grande do Sul (Eol3).

Para todos foram assumidas as seguintes premissas básicas: (i) Potência Instalada de 60MW; (ii) Investimento unitário de 3mil R\$/kW instalado, totalizando R\$ 180milhões para cada usina; (iii) Cronograma de desembolso de capital: 50% no primeiro ano de construção, 25% no segundo e 25% no terceiro; (iv) Vida útil: 25 anos; (v) Taxa de juros: 10% a.a.

A GF de cada usina foi calculada com base no critério P90 (probabilidade de que em 90% dos casos a produção anual de energia esteja acima do valor calculado). A geração de cada projeto foi obtida através de simulações no SMERA. A Tabela ilustra os resultados, onde GF e geração média estão em MWmed e a Potência em MW.

Nota-se que a usina eólica Eol1 é aquela que possui a maior geração média e a maior GF para uma mesma potência instalada, enquanto a usina eólica Eol3 é a que apresenta a menor geração média e a menor GF.

Tabela II

Usina	Ponto	Potência	GF	Geração Média
Eol1	CE	60,00	29,85	34,66
Eol2	RN	60,00	25,05	30,14
Eol3	RS	60,00	18,83	23,59

Com base nas informações obtidas para as usinas eólicas, repetiu-se o mesmo procedimento realizado para a Hidro. Em todos os casos, conforme se evidencia pelo gráfico da Figura 6, os comportamentos do VPL médio e do CVaR do VPL médio foram lineares na região de avaliação e o percentual ótimo de contratação para todas as usinas eólicas (Eol1, Eol2, Eol3) foi de 100% da garantia física.

A total contratação decorre do fato que as garantias físicas dos empreendimentos foram calculadas com base no critério P90, que implica que o volume correspondente à GF ocorrerá em 90% do tempo. Como o critério de cálculo da GF é conservador, a usina eólica pode comercializar 100% de sua GF em contratos de longo prazo que terá baixos riscos de gerar abaixo deste valor e de ter que comprar energia a alto custo no MCP valorada à PLD.

A contratação de 100% da garantia física de cada usina, obtida pela otimização dos resultados da maximização do VPL restringindo o CVaR da receita anual, fornece os resultados apresentados na

Tabela I.

A Eol3 apresenta o pior desempenho financeiro comparada com as demais. Este resultado decorre do fato de que sua GF (e geração média) é inferior a das demais, implicando uma menor capacidade de gerar receitas atrelado a um mesmo valor de custo, pois todas as usinas eólicas possuem os mesmos valores de investimento.

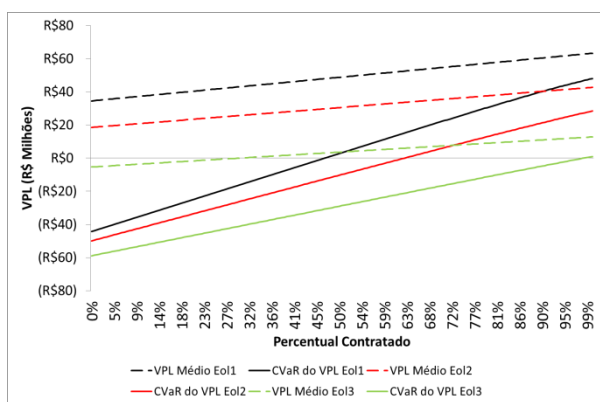


Figura 6 - Desempenho para diferentes percentuais contratados das Eólicas

Importante destacar que no caso das eólicas, o custo de investimento foi incorporado nas análises de VPL, assim, há a subtração da parcela ‘despesa de investimento’ da parcela de ‘receita’ na análise do fluxo de caixa.

Tabela I

Usina	Receita Média	CVaR Receita	VPL Médio	VPL CVaR
Eol1	38.951.059,00	29.569.021,00	63.297.806,00	47.982.861,00
Eol2	33.505.471,00	26.458.908,00	42.683.369,00	28.388.735,00
Eol3	25.658.406,00	21.626.221,00	12.791.065,00	979.836,00

Análise dos Portfólios Hidro-Eólicos

No caso dos portfólios, cada combinação hidro-eólica foi analisada de forma similar ao dos casos individuais.

Com suporte do modelo, em todas as combinações obteve-se como resposta o mesmo percentual ótimo de contratação: 100% da GF do portfólio. A Tabela II apresenta os resultados financeiros (R\$) dos portfólios (P): 1= (Hidro + Eol1), 2= (Hidro + Eol2) e 3= (Hidro + Eol3).

Tabela II

P.	Receita Média	CVaR Receita	VPL Médio	VPL CVaR
1	72.914.415,00	62.155.507,00	192.317.115,00	178.430.312,00
2	67.468.826,00	58.983.949,00	171.702.677,00	159.914.471,00
3	59.621.761,00	52.503.504,00	141.810.374,00	128.873.640,00

Na Figura 7 apresenta-se o gráfico CVaR x Retorno dos portfólios hidro-eólicos e da Hidro sozinha, definindo a fronteira eficiente de cada caso.

Nesta simulação, além de se obter o CVaR e o Retorno para cada nível de contratação do portfólio Hidro-Eólico, também foi simulada a possibilidade de um portfólio formado entre a Hidro e as três eólicas com diferentes participações (em termos de potência instalada).

Para tanto, limitou-se o investimento total na eólica em R\$ 180 Milhões e assumiu-se um custo unitário igual para as três eólicas. Assim, manteve-se a participação total delas no portfólio em 60MW de potência instalada e a Hidro fixa em 60MW e permitiu-se que o investidor combinasse mais de um parque eólico em seu portfólio. Por exemplo, analisou-se um portfólio composto por Hidro (60MW), Eol1 (30MW), Eol2 (20MW) e Eol3 (10MW).

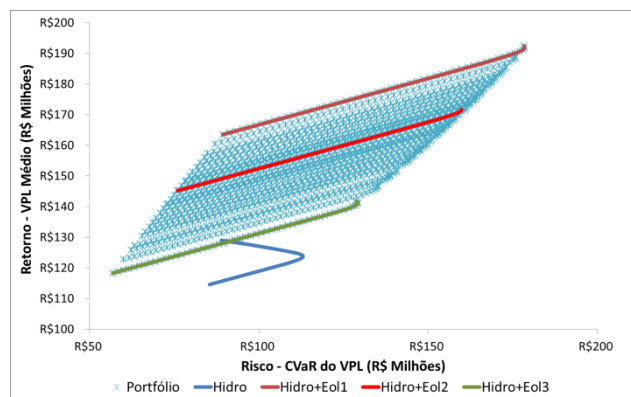


Figura 7- Risco x Retorno dos Portfólios Hidro-Eólicos

Da Figura 7, observa-se que o Portfólio Hidro+Eol3 apresenta a fronteira eficiente de menores valores (CVaR x Retorno), apresentando um desempenho aquém dos obtidos para o Hidro+Eol2 e o de melhor desempenho, Hidro+Eol1.

V. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados na Tabela III compara o VPL médio e mostram que há um efeito portfólio em cada associação e de igual valor (R\$ 4.7 milhões). Esse efeito, coluna ‘Delta Portfólio’, é medido pela diferença entre o resultado do portfólio e o da soma dos resultados individuais da Hidro com a da Eólica em tela. Os resultados individuais de cada usina podem ser visualizados nas tabelas anteriores.

A explicação para tal igualdade entre os resultados reside no fato de que no portfólio todas as eólicas (100% contratadas) acabam ‘levando’ a hidro a uma contratação ótima de 100% contra os 83,6% quando individual. Isso decorre do efeito complementar entre os perfis de geração.

Tabela III

Caso	VPL Médio	Delta Hidro	Delta Portfólio
Hidro+Eol1	192.317.115,53	68.051.023,26	4.753.216,84
Hidro+Eol2	171.702.677,63	47.436.585,36	4.753.216,84
Hidro+Eol3	141.810.374,09	17.544.281,82	4.753.216,85

Assim, a diferença entre cada associação restringe-se ao desempenho financeiro individual de cada eólica (VPL), sendo a Eo11 a mais rentável e, portanto, de maior atratividade para formação do portfólio com a Hidro. Lembrando que nesse caso, computou-se o custo de investimento de cada projeto eólico e desembolso de capital, igualando as condições em todos os casos.

Conclui-se dessa análise que em todos os casos há benefícios para uma associação hidro-eólica, embora cada eólica apresentando desempenhos financeiros distintos, que indicam a Eo11 como de maior atratividade.

Ao se excluir a parcela referente à despesa de investimento das usinas eólicas da análise anterior e analisar-se somente a receita média, obteve-se o desempenho financeiro conforme a Tabela IV.

Os resultados para análise da receita e do VPL médio se assemelham. Este incorporou as despesas de investimento iguais para todas as eólicas, enquanto aquele não computou essas parcelas nas análises. Por esse motivo, na análise da receita anual foi possível comparar o desempenho financeiro decorrente da estratégia ótima de contratação do portfólio par-a-par, reforçando as conclusões já destacadas no caso anterior, que apontam a Eo11 como a mais atraente.

Tabela IV

Caso	Receita Média	Delta Hidro	Delta Portfólio
Hidro+Eo11	72.914.415,09	40.349.802,94	1.398.743,51
Hidro+Eo12	67.468.826,31	34.904.214,16	1.398.743,51
Hidro+Eo13	59.621.761,94	27.057.149,79	1.398.743,51

Outra análise comparativa foi realizada com foco no CVaR, a fim de estudar o impacto das associações hidro-eólica no comportamento do perfil de risco do portfólio. Os resultados foram apresentados na Tabela V.

Diferentemente das análises anteriores, onde o delta portfólio foi igual em todos os casos, neste caso quando se analisa o perfil de risco proveniente das associações o mesmo não ocorre. Em cada caso houve uma resposta diferente, indicando que cada usina eólica em associação com a Hidro melhora o perfil de risco do portfólio de maneira distinta, sendo que em todos os casos se caracterizou uma melhora, principalmente no caso do portfólio contendo a Eo11.

Tabela V

Caso	CVaR Receita	Delta Hidro	Delta Portfólio
Hidro+Eo11	62.155.507,64	36.532.535,32	6.963.513,88
Hidro+Eo12	58.983.949,41	33.360.977,09	6.902.069,03
Hidro+Eo13	52.503.504,89	26.880.532,57	5.254.311,47

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme a ênfase neste artigo, associações entre fontes hidráulicas e eólicas conFiguram uma atraente estratégia para empresas geradoras expandirem e diversificarem seus parques, aproveitando-se da competitividade da fonte eólica no cenário nacional.

A complementaridade entre os perfis sazonais de tais fontes e a correlação com os movimentos do PLD são parâmetros fundamentais para o delineamento das

estratégias ótimas de contratação de energia. Através das simulações mostrou-se que há um ganho adicional quando ambas hidro e eólica operam num mesmo portfólio, o que se denominou de ‘efeito portfólio’ ou ‘delta portfólio’.

Tanto nas análises de receita, quanto de VPL (com fator investimentos), via efeito portfólio, demonstrou-se que em todos os casos ocorreriam ganhos financeiros decorrentes das associações, com particular destaque para o caso da associação Hidro + Eo11, que foi superior às demais.

Outra importante conclusão reside no fato de que os ganhos financeiros não se limitaram aos retornos, mas também em relação ao perfil de risco, medido pelo CVaR. Conforme mensurado, todas as associações levaram a uma melhora no perfil de risco de comercialização do conjunto.

Dessa forma, com base nas simulações conclui-se que investimentos em geração eólica, por parte de empresas geradoras tipicamente hidráulicas, pode ser um negócio financeiramente atraente, já que o portfólio formado pelas fontes trazem ganhos adicionais, em termos do binômio risco x retorno, oriundos dos sinergismos entre os projetos.

Ademais, a metodologia proposta permite analisar o desempenho de diferentes projetos e selecionar aquele que melhor se associa com a hidráulica em tela, ressaltando a potencialidade de aplicação do modelo desenvolvido.

Como consequência de tais associações, estimula-se e aponta-se uma forma estratégica para aumentar a atuação das eólicas no mercado Livre de energia e inversões de empresas geradoras hidráulicas em projetos eólicos.

Em desenvolvimento para futura publicação, objetiva-se analisar diferentes custos unitários das eólicas, decorrente de suas localizações e conexão com o sistema interligado. Também se pretende analisar o portfólio com uma maior participação hidráulica para se mensurar o impacto no nível ótimo de contratação e sobre o perfil de risco dos portfólios.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, C. *Market Risk Analysis*. Vol. I-IV. John Wiley & Sons Ltd. Londres, 2010.
- ANGARITE, J. USAOLA, J. 2007. *Combining hydro-generation and wind energy: biddings and operation on electricity spot markets*. *Electric Power Systems* 7, 393–400.
- EPE. 2013. “*Plano decenal de expansão energética - 2020*”. Empresa de Pesquisa Energética. Acessado em Julho, 2013. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>
- GARCÍA-GONZALEZ, J. 2008. “*Hedging strategies for wind renewable generation in electricity markets*”. IEEE Power and Energy Society Meeting, 2008, Pittsburgh, USA.
- MARKOWITZ, H. 1952. “*Portfolio Selection*”. *The Journal of Finance*, Vol. 7, Ed. 2, p77-91
- RAMOS, D. S. CAMARGO, L. A. S. GUARNIER, E. WITZLER, L. T. *Minimizing Market Risk by Trading Hydro-Wind Portfolio: A Complementarity Approach*. In: 10^a International Conference on the European Energy Market, 2013, Estocolmo, Suécia.
- RAMOS, D. S. GUARNEIR, E. CAMARGO, L. A. S. *Incorporando os efeitos da complementaridade Hidro-Eólica na formação do Portfólio de Empresas Geradoras de Energia Elétrica*. In: XII Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning - SEPOPE, 2012, Rio de Janeiro.
- ROCKFELLAR, R.; URYASEV, S. P. *Optimization of Conditional Value-at-Risk*. *Journal of Risk*, 2000, 21-41.

SECURATO, J. R. 1996. “*Decisões financeiras em condições de risco*”. 244p, Ed. Atlas. São Paulo.
SILVA, E. L. *Formação de preços em mercados de energia elétrica*. Porto Alegre, RS: Ed. Sagra, 2001.
STREET, A. BARROSO, L. A. FLACH, B. PEREIRA, M. V. GRANVILLE, S. 2009. “*Risk constrained portfolio selection of renewable sources in hydrothermal electricity markets*”. IEEE Transactions on Power Systems, V.24, N. 3.
TOLMASQUIM, M. T. *Novo modelo do setor elétrico brasileiro*. Synergia Ed. EPE: Brasília. 2011, p.320.

VIII. COPYRIGHT

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



PREVISÃO DO CONSUMO DE MEMÓRIA PARA MELHORIA DA QUALIDADE EM EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

TATIANA FERNANDA MOUSQUER DOS SANTOS¹; CARLOS OBERDAN ROLIM²;
ADRIANO MENDONÇA SOUZA¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA; 2 – UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

taty.nanda@gmail.com;carlos.oberdan@inf.ufrgs.br;amsouza@smail.ufsm.br

Resumo: Com a expansão crescente de acesso a serviços como redes sociais e e-mails, surge um grande desafio para as empresas do ramo de tecnologia, manter a qualidade de seus serviços sem perder a performance nos servidores responsáveis por atender a demanda dos clientes. Para isso cada vez mais as empresas estão utilizando uma nova arquitetura chamada de computação em nuvem, que possui características como escalabilidade e elasticidade, de acordo com a demanda de recursos solicitados pelos usuários. Assim esse trabalho apresenta a análise da técnica estatística séries temporais, que se demonstra viável para alocar o consumo de memória em servidores, de forma que a qualidade dos produtos oferecidos pelos provedores de internet aos seus clientes seja mantida. Os resultados demonstram que o modelo ARIMA (0, 1, 1) é o mais adequado para a previsão desse recurso computacional.

Palavras-chave: Tecnologia. Qualidade. Séries Temporais. Estatística.

I. INTRODUÇÃO

O uso de produtos e serviços como e-mails e redes sociais faz parte do nosso dia-a-dia e é um importante meio de comunicação entre as pessoas. Para que tenhamos esses serviços à nossa disposição existe uma grande infraestrutura envolvida, por parte de provedores de internet. Um exemplo disso é a empresa Google conhecida mundialmente por seus diversos serviços e produtos como Gmail, Google Drive, Google Docs, etc.

Esse tipo de organização tem a tecnologia da informação (hardware e software) como sua base principal para gerir os negócios. Conforme (ALECRIM, 2011), a tecnologia da informação (TI) pode ser definida como o conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos computacionais que visam permitir a obtenção, o armazenamento, o acesso, o gerenciamento e o uso das informações.

Para obter um custo menos elevado as empresas de internet utilizam a computação em nuvem em que os dados dos usuários podem ser acessados a partir de qualquer dispositivo, sem ter que se preocupar com instalação e configuração de software ou ainda sem a necessidade de saber o local em que estão armazenados os seus dados.

Conforme afirma (TAURION, 2009), a computação em nuvem é um termo para descrever um ambiente de computação baseado em uma imensa rede de servidores, na maior parte das vezes tais servidores são virtuais, porém também podem ser físicos. Entende-se por servidor um ou

vários computadores conectados a rede (internet) que oferece aos clientes uma grande variedade de recursos.

De acordo com (COUTINHO *et al*, 2013), nuvem é uma metáfora para a internet ou infraestrutura de comunicação entre os componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta à complexidade da infraestrutura.

Com o aumento cada vez mais crescente da procura dos serviços disponibilizados por essas empresas, o que ocorre é uma sobrecarga nos servidores ocasionando um baixo desempenho em recursos computacionais como armazenamento em disco, consumo de processamento e de memória.

Por esse motivo o presente trabalho visa analisar a técnica estatística séries temporais, a fim de otimizar o desempenho através da viabilidade de se prever consumo de memória em servidores de uma empresa de tecnologia.

Pois, a partir de estudo da técnica estatística séries temporais será possível verificar se há possibilidade de fazer previsão de recursos computacionais (consumo de memória), uma vez que para ter acesso a serviços de e-mail e internet, precisamos ter disponibilidade nos servidores para que não sejam sobrecarregados e assim não afetar a qualidade dos serviços disponibilizados aos clientes. A qualidade, corretamente definida, é aquela que prioriza o consumidor (PALADINI, 1997).

O trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção 2 são apresentados os trabalhos relacionados; na seção 3 será abordado o problema deste estudo, bem como alguns conceitos da técnica estatística séries temporais; na seção 4 são demonstrados os resultados obtidos a partir dos modelos encontrados; e por fim na seção 5 são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Hoje a tecnologia é um elemento fundamental para as organizações, com isso se busca uma maior qualidade tecnológica e inovação para se atender as necessidades internas das empresas, aliadas a um baixo custo, (SLACK *et al*, 2000) diz que a base para o sucesso da empresa é custo, qualidade, tempo, flexibilidade e inovação.

Por isso os provedores de internet utilizam a chamada computação em nuvem, uma vez que se reduz custos com infraestrutura, já que não há necessidade de comprar

equipamentos como hardware e software para possuir uma infraestrutura física, assim se consegue ter despesas de capital reduzidas e conseqüentemente dispender esses recursos para aumentar a sua capacidade interna.

A infraestrutura do ambiente de Computação em Nuvem normalmente é composta por um grande número, centenas ou milhares de máquinas físicas ou nós físicos de baixo custo, conectadas por meio de uma rede (COUTINHO *et al*, 2013).

Segundo (GULINI, 2005), os provedores de serviço de internet ou ISP (*Internet Service Provider*), são instituições que se conectam à internet via um ou mais acessos dedicados e tornam disponível acesso a terceiros a partir de suas instalações.

A computação em nuvem possui algumas características, dentre elas a elasticidade, que oferece uma flexibilidade caso haja a necessidade de alterar a configuração de recursos computacionais, dessa maneira escalando recursos tanto em nível de hardware quanto de software para atender a demanda dos usuários.

O objetivo da elasticidade é criar um ambiente que se adapte às diferentes cargas de trabalho que são impostas aos servidores. (TAURION, 2013), afirma que elasticidade é a capacidade do ambiente computacional da nuvem aumentar ou diminuir de forma automática os recursos computacionais demandados e provisionados para cada usuário.

Conforme (CHIRIGATI, 2009), as aplicações desenvolvidas para uma nuvem precisam ser escaláveis, de forma que os recursos utilizados possam ser ampliados ou reduzidos de acordo com a demanda. De acordo com (SCHUBERT, 2013), a escalabilidade de recursos pode ser facilmente efetuada por um operador humano, porém esta opção deixou de ser prática devido ao crescente tamanho das nuvens e o compartilhamento da infraestrutura por várias aplicações e consumidores.

Para (ARMBRUST, 2009), a qualidade do serviço prestado na nuvem é um dos aspectos mais importantes, essa qualidade depende da capacidade da nuvem se auto gerenciar para assim disponibilizar aos seus usuários recursos necessários de acordo com a demanda, autores como dizem que esta característica chama-se elasticidade. Uma das principais dificuldades encontradas é a falta de ferramentas para previsão de provisionamento de recursos em servidores como armazenamento em disco, uso de processador e memória.

Porém o problema encontrado na computação em nuvem é que ao aumentar a demanda dos serviços, os servidores podem se sobrecarregar e causar transtornos aos usuários como lentidão no acesso, ou até mesmo deixar os serviços inoperantes, situações essas que impactam diretamente na qualidade de serviços oferecidos pelos provedores de internet.

Diante deste contexto se tem alguns autores interessados nesta problemática como (COUTINHO *et al*, 2013), que sugere diferentes maneiras de se trabalhar análise de desempenho em elasticidade em ambientes de Computação em Nuvem. Listando aspectos relacionados às formas de realizar análise de desempenho, ferramentas, benchmarks, cargas de trabalho, métricas e tendências de pesquisa em elasticidade em Computação em Nuvem, com aspectos de análise de desempenho.

Em (REGO *et al*, 2013) se descrevem estratégias, baseadas na criação de máquinas virtuais e alocação dinâmica de recursos, para atender os requisitos de SLA e garantir a qualidade de serviço. A solução aproveita a arquitetura FairCPU para ajustar dinamicamente a quantidade de CPU conforme limites pré-estabelecidos pelo usuário.

Dessa forma se percebe que nenhuma dessas iniciativas é capaz de proporcionar de forma preditiva indicativos de provisionamentos de recursos em servidores através de configurações necessárias para se manter a qualidade dos produtos disponibilizados por empresas de internet.

Com isso verifica-se uma lacuna no estado da arte, que aponta para uma necessidade de uma técnica que seja capaz de ser utilizada como base para um mecanismo de escalonamento de configurações de servidores em nuvem. Assim este trabalho aborda uma solução viável para alocar o consumo de memória, a fim de que a qualidade dos serviços oferecidos aos clientes-usuários seja mantida, através da técnica estatística séries temporais.

III. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Com o avanço das tecnologias e com a alta competitividade no mercado de trabalho, cada vez mais as empresas de TI precisam usufruir de uma estrutura que de retorno com maior otimização e automação de recursos, produtividade e baixos custos.

Conforme exposto anteriormente os provedores de internet estão recorrendo à arquitetura de computação em nuvem e com isso reduzindo seus custos.

Contudo o problema encontrado nesse cenário é que não existem técnicas ou ferramentas capazes de prever a demanda dos produtos disponibilizados por essas empresas de tecnologia.

Assim caso ocorra uma sobrecarga de processamento nos servidores em virtude de muitas requisições ao mesmo tempo por parte dos usuários, isso pode gerar transtornos como lentidão no acesso a sites e e-mails, ou até mesmo deixar os serviços inoperantes.

Como consequência essas situações afetam diretamente a qualidade dos serviços oferecidos pelos provedores de internet, gerando reclamações e insatisfações por parte dos clientes.

Neste contexto, este artigo visa responder a seguinte questão: É possível a aplicação da técnica estatística séries temporais para alocar o consumo de memória em servidores e assim diminuir transtornos aos clientes que utilizam serviços diários de provedores de internet como e-mail e acesso à internet?

Para responder essa questão, os dados utilizados na presente pesquisa são de uma empresa de tecnologia, um provedor de internet pago. Sendo que os produtos oferecidos por essa empresa são e-mails e acesso a internet. Foram coletadas 300 observações, referentes aos meses de Março à Maio de 2012.

As informações coletadas nesse período referem-se ao consumo de memória. Tendo em vista que é este recurso computacional que permite ao computador guardar dados de forma temporária ou permanente.

A técnica escolhida para fazer análise e predição dos dados foi séries temporais. De acordo com Morettin e Tolo (2004), uma série temporal é qualquer conjunto de

observações ordenadas no tempo. Sendo que os objetivos das séries temporais são investigar o mecanismo gerador da série temporal, ou seja, como foi gerada a série, fazer previsões de valores futuros da série, analisar seu comportamento ao longo do tempo para assim analisar informações relevantes contidas nos dados da série.

IV. SÉRIES TEMPORAIS

Ao utilizar séries temporais, se busca um conjunto de observações, as quais devem mostrar um comportamento estável ao longo do tempo, sendo assim busca-se encontrar um conjunto de observações com característica estacionária.

As séries temporais são definidas como um conjunto de observações de uma variável ordenadas no tempo. Contudo a maioria dos problemas encontrados é de não estacionariedade, ou seja, muitas variáveis alteram os seus valores através do tempo. Uma série temporal é representada da seguinte forma (4.1):

$$x_t = \{x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}, \dots\} \quad (4.1)$$

A análise de séries temporais consiste na aplicação de modelos matemáticos e estatísticos nos dados das mesmas, com o objetivo de quantificar e compreender o fenômeno da variação temporal. Essa análise é feita com os objetivos de analisar o passado, tentando retirar conhecimento útil do mesmo e prever o futuro; e construir um modelo que permita antever a evolução futura da série temporal (OLIVEIRA, 2007).

Uma metodologia bastante utilizada na análise de séries temporais é Box & Jenkins, esta consiste em ajustar modelos auto-regressivos (AR) integrados de médias móveis (MA). A construção da modelagem ARIMA, parte do pressuposto de que as séries temporais envolvidas na análise são geradas por um processo estocástico estacionário, sendo representada a partir de um modelo matemático.

Dessa forma se Z_t não é estacionária, mas conforme expressão (4.2) Z_t se torna estacionária:

$$Z_t = \Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (4.2)$$

Assim Z_t é dita integrada de ordem (1). Caso seja necessário efetuar duas diferenças para tornar a série estacionária, então Z_t é denominada de ordem (2), dada pela expressão (4.3):

$$Z_t = \Delta^2 Z_t = \Delta(\Delta Z_t) = \Delta(Z_t - Z_{t-1}) \quad (4.3)$$

Pelo fato das séries temporais se basearem na idéia de que observações passadas de um conjunto de dados possuem informações sobre o padrão do comportamento destes dados no futuro, esta técnica é viável para se encontrar bons modelos preditivos.

V. RESULTADOS

Para análise dos dados foi utilizado o software Statistica, versão 9.0. Primeiramente se analisou o comportamento da variável de consumo de memória através de gráficos. Conforme o figura 1, observa-se que os dados possuem uma tendência crescente ao longo do tempo. Isso

mostra que os dados não são estacionários em torno da média, por isso foi necessário fazer uma diferenciação (d) de ordem (1) de acordo com a expressão (5.4):

$$Z_t = \Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (5.4)$$

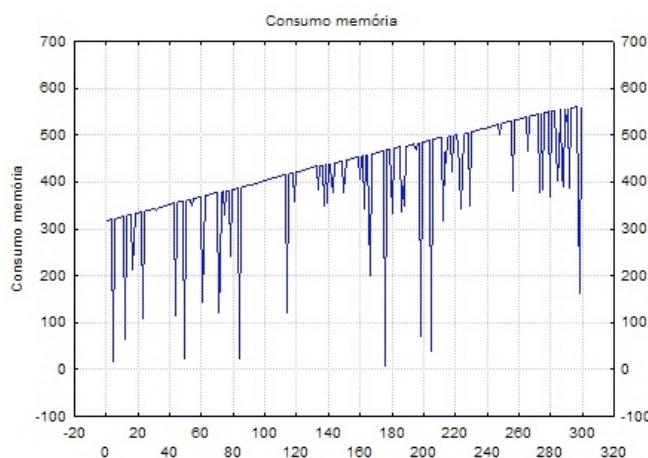


Figura 1 - Gráfico consumo de memória

O objetivo da modelagem ARIMA é observar o comportamento das séries ao longo do tempo, em relação aos valores de entrada das variáveis, e a partir disso achar o melhor modelo de predição da série temporal, para prever comportamentos futuros.

Os Critérios de Informação de Akaike (AIC) e BIC (Bayesian Information Criterion) são utilizados para comparar modelos diferentes para uma mesma série, este critério aumenta conforme a soma dos quadrados dos resíduos (SQE) aumenta. Por isso ao se fazer a análise dos modelos, deve-se levar em conta os critérios AIC e BIC que possuem o menor valor.

Para se levar em consideração o melhor modelo de previsão ARIMA, além de analisar os valores de AIC e BIC, outro critério importante é a verificação da independência dos erros, sendo que esta é analisada através da função da autocorrelação dos resíduos (ACF), o chamado ruído branco, que é os erros do modelo encontrado.

Na tabela 1 estão os melhores modelos ARIMA encontrados para o consumo de memória com base nos critérios mencionados.

Tabela 1 - Modelos ARIMA para consumo de memória.

Variável	Modelo	Coefficiente	AIC	BIC	Ruído branco
Consumo memória	ARIMA (1,1,0)	$\Phi = -, 5103$	-5,48	-5,46	Não
Consumo memória	ARIMA (0,1,1)	$\theta = -0,9347$	-5,46	-5,43	Sim
Consumo memória	ARIMA (2,1,0)	$\Phi = -, 6710$ $\theta = -, 3447$	-5,49	-5,51	Não

Conforme tabela 1, se verifica que os modelos de previsão encontrados foram ARIMA auto-regressivos (AR) integrados de médias móveis (MA), com uma diferenciação (d), já que houve necessidade de dar uma diferença nas séries para que pudesse se tornar estacionária.

Dentre os modelos de previsão, tabela 1, o melhor modelo preditivo para os dados de consumo de memória, é ARIMA (0,1,1), pois este atende os requisitos de possuir menor valor nos critérios de AIC e BIC e ainda foi o único a ter ruído branco, característica que faz parte da metodologia Box & Jenkins. A figura 2 mostra a função da autocorrelação, os resíduos dos erros do modelo ARIMA (0,1,1).

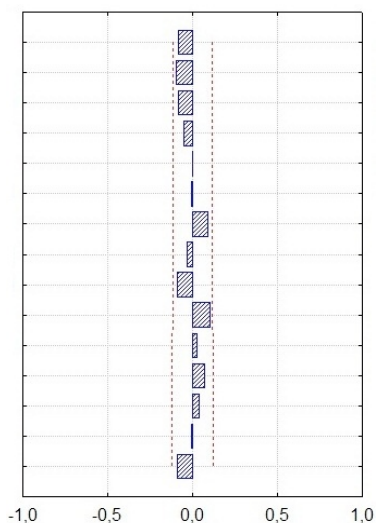


Figura 2 - Gráfico Função de Autocorrelação dos resíduos modelo ARIMA (0,1,1)

Ainda através do comportamento dos dados estudados ao longo do tempo, foi possível prever o consumo de memória referente a um servidor de internet, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Previsões para o consumo de memória.

Consumo de memória
76.189
78.590
81.021
79.893
83.219
80.154
79.103

Como os dados foram coletados a cada 60 segundos, a tabela 2 mostra a previsão de recurso consumido pela memória em 420 segundos ou 7 minutos. Assim através do modelo ARIMA (0,1,1) pode-se prever a quantidade de memória consumida.

Com isso verifica-se que a técnica abordada mostra-se válida. Dessa maneira a computação em nuvem pode se beneficiar com a utilização dessa técnica estatística como forma de previsão do consumo de memória para a melhoria do desempenho de recursos computacionais a fim de se manter a qualidade dos produtos oferecidos pelos provedores de internet aos seus clientes.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há alguns anos as empresas já perceberam que a qualidade dos serviços é um dos pontos fundamentais para sobreviver no mercado. Com a competitividade existe outro fator que faz a diferença que é a tecnologia da informação, pois esta promove maior rapidez e eficiência, e isso faz com que se tenha maior vantagem competitiva.

Ao fazer um estudo de séries temporais com base nos dados coletados em um servidor de internet de uma empresa de tecnologia, pode-se perceber que esta técnica de predição é viável. A partir dos resultados, o melhor modelo para fazer a previsão de consumo de memória foi o ARIMA (0,1,1). Assim dá para aumentar ou diminuir a configuração de memória em servidores contribuindo para a qualidade e otimização dos serviços.

Com isso chega-se a conclusão de que a computação em nuvem pode se beneficiar da utilização de séries temporais, pois esta possibilitou analisar as informações contidas no *dataset* e com isso fazer previsões sobre o padrão do comportamento destes dados no futuro.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALECRIM, Emerson. *O que é Tecnologia da Informação?* Publicado em 24/02/2011. <<http://www.infowester.com/ti.php>> Acesso em Junho 2013.
- COUTINHO, Emanuel F.; Flávio R. C. Sousa; Danielo G. Gomes; José N. de Souza. *Elasticidade em Computação na Nuvem: Uma Abordagem Sistemática*. 31º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC 2013. Brasília-DF, 2013.
- CHIRIGATI, Fernando. *Computação em Nuvem*. 2009. <http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2009_2/seabra/arquitetura.html>. Acesso em Junho 2013
- GULINI, P. L. *Ambiente Organizacional, comportamento estratégico e desempenho empresarial: um estudo de caso no setor de provedores de internet de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado em Administração da Universidade do Vale do Itajaí. SC, 2005.
- OLIVEIRA, P. C. “*Séries Temporais: Analisar o Passado, Prever o Futuro*”. In Departamento de Engenharia Informática, Universidade de Coimbra, Portugal, 2007.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de Séries Temporais*. 1ª edição. Editora Edgard Blucher. 2004.
- PALADINI, E. P. *Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade*. – 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 1997.
- REGO, Paulo. A. L.; Coutinho, Emanuel.; Sousa, José N.; *Estratégias para Alocação Dinâmica de Recursos em um Ambiente Híbrido de Computação em Nuvem*. XI Workshop de Computação em Clouds e Aplicações, 2013.
- SCHUBERT, Fernando.; Mendes, R.; Westphall, Carlos. Becker. *Redes Bayesianas para a Detecção de Violação de SLA em Infraestrutura como Serviço*. XI Workshop de Computação em Clouds e Aplicações, 2013.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Operations management*. 3. Ed. New York: Prentice Hall, 2000.
- TAURION, Cezar. *Cloud Computing: computação em nuvem: transformando o mundo da tecnologia da informação*. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- TAURION, Cezar. (2013). *O que é elasticidade em cloud computing?* (Software, Open Source, Soa, Innovation, Open

Standards, Trends). <[TTP://goo.gl/qidBs](http://goo.gl/qidBs)> Acesso em Abril 2013.

VIII. COPYRIGHT

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



A IMPORTÂNCIA DA CORRETA PRESCRIÇÃO DA CADEIRA DE RODAS

ADRIANO DA SILVA LOUBACK
CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA - UNISUAM
adrianolouback@hotmail.com

Resumo - O transporte de pessoas deficientes ou impossibilitadas de deambular evoluiu através do tempo até que se alcançassem as cadeiras de rodas (CR), responsáveis pelo deslocamento de indivíduos portadores de diversas patologias incapacitantes da marcha. Tendo em vista a necessidade de sua utilização esse estudo tem como objetivo conhecer a importância da correta avaliação e prescrição da CR e seus equipamentos, assim como sua influência na autoestima e qualidade de vida do cadeirante, com a finalidade de prevenir possíveis complicações relativas à patologia ou mesmo à utilização deste equipamento auxiliar de deslocamento. O estudo foi realizado no período de julho a novembro de 2012 através de revisão de literatura nos sites da Scielo, Bireme e Lilacs, em português, inglês e espanhol e livros de referência nesse assunto. Por exercerem influência direta no quadro patológico e psicológico do paciente, verificou-se a necessidade do profissional responsável pela prescrição saber identificar as individualidades dos usuários, dominar plenamente as medidas a serem tomadas na avaliação e conhecer as funcionalidades da cadeira de rodas e seus dispositivos para que ajam em prol de uma eficiente adequação. Como não existe uma cadeira padrão que se adapte a todas as patologias e usuários, a cadeira de rodas, por possuir influência direta sobre a patologia e o lado emocional do paciente, deverá ser prescrita com exclusividade para cada usuário. Poucos foram os materiais científicos encontrados referentes ao tema abordado, fazendo-se necessária a utilização de livros com publicação anterior ao ano de 2005 e pesquisa a sites de empresas ligadas ao comércio da cadeira de rodas. Maiores estudos e divulgações científicas devem ser realizadas com o intuito de aumentar as informações disponíveis sobre o assunto abordado nessa área.

Palavras-chave: Cadeira de Rodas. Fisioterapia. Lesado Medular. Dispositivos Auxiliares de Deslocamento. Reabilitação.

I. INTRODUÇÃO

Um fator bastante discutido nos dias atuais, e ainda não solucionado, é a questão da inclusão dos portadores de necessidades especiais na sociedade. Em pleno século XXI ainda são muitas as dificuldades encontradas por estes indivíduos, sejam elas de caráter laboral, educacional e até mesmo de acessibilidade, entre outras.

Os direitos adquiridos pelos deficientes físicos não devem constar apenas em políticas e programas de inclusão, devem sair do papel e serem fiscalizadas para que, de fato, se façam cumprir a legislação e as normas com a finalidade de integrar àqueles que dependem dessas mudanças, como por exemplo, os usuários de cadeira de rodas no que diz respeito à acessibilidade.

Conforme descrito pela Organização Mundial da Saúde - OMS (2011), o ambiente exerce grande influência sobre a experiência e a extensão da deficiência, e o que cria essa

deficiência são os locais inacessíveis, considerados grandes obstáculos à inclusão e a participação.

Baseado no conceito encontrado na Lei 10.098 de 19 de dezembro de 2000, a acessibilidade é a oportunidade e capacidade de se utilizar, de forma segura e independente, os diversos locais e aparelhos urbanos, das instalações, veículos de transporte, sistemas e meios de comunicação, por portador de necessidades especiais ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2000).

Em meio aos diversos obstáculos urbanos encontrados, torna-se fundamental que as cadeiras de rodas, manuais ou motorizadas, sejam adaptadas para as mais variadas situações, afim de não se tornarem mais uma barreira aos seus usuários e sim um facilitador nas diversas atividades de vida diária.

De acordo com Del'Acqua *et al.* (2005), desde a idade média algumas formas de locomover indivíduos feridos ou deficientes foram bastante utilizadas, tais como arrastados sobre galhos de árvores, sobre pranchas trançadas com cipó, transportados em trenós e até mesmo em carrinhos de mão. Em 1595, aos 68 anos, o rei Felipe II da Espanha utilizou uma CR adaptada com inclinação e apoio para os pés, podendo se tornar, também, um leito.

No século XVIII esses dispositivos possuíam duas rodas laterais grandes com aros e uma pequena roda localizada atrás da cadeira, o que facilitava muito sua manobra. Em 1933 o engenheiro Jennings projetou uma CR dobrável, e dessa forma poderia ser transportada dentro de automóveis (DEL'ACQUA *et al.*, 2005).

Atualmente, devido aos avanços industriais, tecnológicos e ao surgimento de matéria-prima mais adequada, é notável a evolução deste meio de locomoção, adaptando-se as diversas atividades e ao conforto de seu usuário, que apesar de toda a tecnologia utilizada, ainda causa grande conflito psicológico e de discriminação.

No estudo sobre CR de Costa *et al.* (2010), eles afirmaram que ela pode aparecer como sinal atrelado ao preconceito, à dependência funcional, à inutilidade do indivíduo e a déficits cognitivos e mentais.

Como descrito por Carvalho (2006), a CR é um dispositivo auxiliar de locomoção que deve ser prescrito com a finalidade de satisfazer as necessidades e objetivos de cada usuário, segundo sua especificidade. Elas se apresentam com diversas características, tais como as cadeiras de uso temporário, permanente, para a prática esportiva, higiênicas, de recreação, posturais e para uso clínico.

É essencial que os profissionais responsáveis pela prescrição do equipamento, em especial o fisioterapeuta por trabalhar também com a reabilitação, o faça de maneira a

atender e adaptar seus usuários a este novo modo de locomoção. Além disso, segundo a OMS (2011), a definição dos dispositivos constantes da CR deve ser feita minuciosamente, visando evitar a discordância entre o dispositivo e sua real necessidade, o que poderia acarretar outras complicações e condições secundárias.

Quando se possui uma CR bem adaptada, os indivíduos que a utilizam podem realizar suas atividades nos mais diversos ambientes, alcançando, de fato, uma vida independente, se houver acessibilidade ao cadeirante.

Portanto, esse estudo tem como objetivo conhecer a importância da correta avaliação e prescrição de cadeiras de rodas e seus dispositivos, e a consequente melhora da qualidade de vida e autoestima de quem a utiliza, para prevenir possíveis complicações secundárias, sejam elas resultantes de determinadas patologias ou da inadequada utilização destes equipamentos.

II. METODOLOGIA

Durante os meses de julho a novembro de 2012, foi realizada uma revisão de literatura nas bases de dados LILACS, Scielo e Bireme, em português, espanhol e inglês de artigos publicados no período compreendido de 2005 a 2012 utilizando os seguintes descritores: cadeira de rodas; fisioterapia; lesado medular, dispositivos auxiliares de deslocamento e reabilitação.

Devido à escassez de material bibliográfico referente ao assunto abordado nesse estudo, fez-se necessária a utilização de livros com publicação anterior ao ano de 2005 e realização de uma busca comercial com a finalidade de fornecer valores referentes a cadeiras de rodas adaptadas a paraplégicos e tetraplégicos. Foram excluídos os trabalhos que não apresentavam elementos relacionados à prescrição, utilização ou adaptação da cadeira de rodas, assim como aqueles que não relatavam os benefícios ou complicações provenientes de sua utilização.

III. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

É imprescindível que os profissionais responsáveis pela prescrição da CR e seus equipamentos saibam fazê-la de forma adequada, e em Brasil (2010), de acordo com a Portaria SAS/MS 661 de 2 de dezembro de 2010 esses profissionais deverão ser fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais ou médicos, conforme descrito na Tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses, Próteses e Materiais Especiais do Sistema Único de Saúde.

Pierson (2001), afirma que a prescrição deverá ser feita baseada em fatores relacionados ao paciente, tais como, capacidade, necessidades, idade, condição mental, uso temporário ou permanente e também de suas incapacidades, entre outros.

As cadeiras de rodas se apresentam nas mais diversas formas e de acordo com Minor *et al.* (2001), embora parecidos, esses meios auxiliares não são completamente iguais, possuem partes comuns, porém, os componentes podem ser controlados por diferentes mecanismos.

Galvão *et al.* (2008) apontam a altura do encosto, altura dos apoios dos pés, dos braços e da cabeça, profundidade, largura e altura do assento, profundidade e largura do apoio de braço e ângulo do encosto como pontos a serem observados e mensurados durante a avaliação, além do ângulo da perna ao sentar e ângulo plano de sentar, se

houver indicação. Alguns equipamentos poderão ser utilizados para tornar mais eficaz a adaptação do indivíduo à postura sentada tais como cintos, faixa de panturrilha, almofadas, abdutor de coxas, mesa de atividades, entre outros.

Conforme relatado por Pierson (2001), para que a adequação da CR ao cadeirante seja realizada de forma correta algumas mensurações deverão ser observadas. Com relação ao assento sua largura será determinada pela área mais larga da coxa, quadris ou nádegas e a esse valor acrescidos 5 centímetros, sua profundidade irá, lateralmente a coxa, da parte posterior da nádega até a dobra poplíteia e subtraídos 5 centímetros, sua altura será medida do calcanhar do indivíduo até a dobra poplíteia e depois adicionados 5 centímetros para não impedir a elevação do pedal, definindo, assim, o comprimento da perna.

Pierson (2001) diz ainda que a altura do encosto compreenderá a distância do assento da CR até o assoalho da axila do usuário, tendo-se os ombros em flexão de 90 graus, e retirados cerca de 10 centímetros para que seu limite seja abaixo do ângulo inferior das escápulas e, por fim, a altura do braço das cadeiras será tomada do assento até o processo do olecrano, com o cotovelo do cadeirante em flexão de 90 graus, e a esse valor somado 2,5 centímetros.

Fica evidente no estudo realizado por Rodini *et al.* (2012), sobre pacientes com distrofia muscular de Duchenne (DMD), o resultado de uma CR bem adaptada ao afirmar que os acessórios corretos retardam as deformidades, mantém a mobilidade e a qualidade de vida desses indivíduos, além de contribuir com o aumento da capacidade e volumes pulmonares e maiores pico de fluxo expiratório (PFE) e pressões respiratórias máximas estáticas, quando comparados a pacientes sem adequação da cadeira de rodas.

Chaustre *et al.* (2011) relataram que em pacientes com DMD, por volta dos 5 a 8 anos de idade, a falta de adequação dos equipamentos da cadeira de rodas pode ocasionar a progressão de escolioses e deformidades nos pés, evitadas através da utilização de encosto sólido com suportes laterais, para que se mantenha o correto alinhamento da coluna vertebral, e apoio para os pés em posição neutra.

Okama *et al.* (2010) afirmam que a cadeira de rodas, quando bem adaptada, dá liberdade ao usuário e aumenta o conforto e a mobilidade do mesmo, porém, uma prescrição inadequada pode ocasionar limitação de movimentos, além de provocar deformidades, pressão nas vértebras e inclusive problemas emocionais nas distrofias musculares de Duchenne.

Em 2009, Collange *et al.* afirmaram que a correta prescrição da CR possui relação positiva com a função respiratória em pacientes com Amiotrofia Espinhal tipo II, pois a correção do alinhamento biomecânico através da estabilização e posicionamento do tronco do indivíduo diminui a possibilidade de piora do quadro respiratório devido a postura sentada, uma vez que nesses pacientes a perda de força muscular é progressiva.

Outra pesquisa a fornecer informações que corroboram com a importância do profissional conhecer bem as necessidades do cadeirante e os equipamentos a serem utilizados para uma perfeita integração do indivíduo com esse aparelho de locomoção, foi a realizada com lesados

medulares por Costa *et al.* (2010) quando diz que como extensão do corpo do indivíduo, a CR não só lhe dá autonomia como devolve também a dignidade, fator essencial à vida humana.

Além da prescrição da CR, o ambiente é outro fator que possui grande influência no que diz respeito à adaptação e autonomia do cadeirante. Com relação à acessibilidade, Garanhani *et al.* (2010) relataram que a identificação de barreiras arquitetônicas domiciliares e as orientações relativas a padronização das medidas poderão ser realizadas por fisioterapeutas, com a finalidade de que o ambiente ajude a tornar independentes os indivíduos após acidente vascular encefálico.

Soma-se a essa afirmação a descrição da OMS (2008) ao dizer que em um ambiente sem barreiras e com uma cadeira de rodas o indivíduo passa a compartilhar, ativamente e com dignidade, de uma vida comunitária, espiritual, social e cultural, fatores que influenciam diretamente na autoestima e autopercepção do cadeirante.

Segundo Alonso *et al.* (2011), além de permitir uma melhor locomoção funcional, a cadeira de rodas proporciona o aumento da confiança, do conforto e da independência de seu usuário, sendo, portanto, utilizada por um grande número de deficientes físicos e indispensáveis para a independência e locomoção em casos de indivíduos com lesão medular.

Outra área que merece atenção quanto à prescrição da CR é a relativa à prática esportiva adaptada, e de acordo com Barreto *et al.* (2010) ela têm ganhado grande espaço no panorama esportivo e uma constante busca por resultados cada vez melhores por parte destes atletas portadores de necessidades especiais, além de ser, como descreve Medola *et al.* (2011), parte integrante da reabilitação, representando desafios e metas na vida do cadeirante.

Moraes *et al.* (2011), em estudo realizado sobre o basquetebol para cadeirantes, descrevem que a relação atleta-cadeira é fundamental e que a correta adequação torna-se basilar, uma vez que interfere diretamente no desempenho individual do atleta, necessitando de novos ajustes conforme o usuário vai adquirindo maiores capacidades essenciais ao esporte, como a flexibilidade, a agilidade e a força.

Em alguns casos, na prática esportiva, como ressalta Moraes *et al.* (2011), a adaptação deverá respeitar medidas pré-determinadas, como no basquetebol onde o assento deverá ter as extremidades posterior e anterior na altura de até 63 centímetros do solo, já as rodinhas traseiras (*anti-tip*) deverão obedecer a restrição de até 2 centímetros de altura, baseadas no limite das rodas de propulsão. No entanto, as demais adequações não constantes das regras da Federação Internacional de Basquete em Cadeira de Rodas, órgão que regulamenta o referido esporte, serão feitas de acordo com a individualidade de cada atleta.

Esses dispositivos auxiliares de deslocamento, cada vez mais sofisticados, apresentam matérias primas, acabamentos e mecanismos de alta qualidade, evolução notável e crescente que se torna um colaborador na busca pela obtenção dos objetivos, traçados na avaliação, através da prescrição dos ajustes necessários a uma eficiente adequação do equipamento ao seu usuário.

A diversidade de cadeiras de rodas encontradas no mercado é bem ampla e seus valores variam muito em relação à matéria prima utilizada, tipo de CR e também de

seu fabricante, o que de certa forma torna as de maior qualidade menos acessíveis à população de baixa renda.

Em uma busca realizada nos sites da ORTOBRAS, ORTOMIX, RODA VIVA e GINO, empresas que comercializam esses equipamentos de locomoção, o valor médio aproximado encontrado para as cadeiras adaptadas a paraplégicos, feitas em liga de alumínio temperado, dobrável em duplo X, eixo de desmontagem rápida nas quatro rodas (*quick release*), estofamento em nylon acolchoado e reforçado, apoio para os braços removível, apoio para os pés elevável e removível, almofada de 5 centímetros de espessura de espuma de alta densidade, rodas traseiras em nylon com pneus anti-furo de 24 polegadas, rodas dianteiras maciças de 6 polegadas, freios bilaterais e capacidade para usuários de até 120 kg foi de R\$ 1.600,00.

Já as adaptadas a tetraplégicos, feitas em liga de alumínio temperado, regulagem de *Tilt*, dobrável em duplo X, eixo de desmontagem rápida nas quatro rodas (*quick release*), encosto reclinável de 90 a 180 graus, cinto em Y, estofamento em nylon acolchoado e reforçado, almofada de 5 centímetros de espessura de espuma de alta densidade, apoio para os braços removível, suporte do pedal tipo *Swingaway* removível e elevável com apoio para panturrilha injetado, rodas traseiras em nylon com pneus anti-furo de 24 polegadas, rodas maciças dianteiras de 6 polegadas, roda anti-tombo, apoio de cabeça em espuma de alta densidade regulável em altura e profundidade, freios bilaterais e capacidade para usuários de até 120 kg foi de R\$ 2.100,00.

Há uma grande facilidade ao acesso de informações disponíveis em catálogos e páginas na internet de empresas ligadas a comercialização desses produtos. Por outro lado, dos doze artigos utilizados nesta pesquisa, oito foram elaborados por fisioterapeutas, um por médico, um por terapeuta ocupacional e dois por educadores físicos, e apesar de englobarem esses quatro profissionais, não abordam diretamente o tema da avaliação e prescrição do meio de locomoção em estudo, o que demonstra pouca pesquisa e divulgação científica na referida área, como afirmado por Sampaio *et al.* (2007) ao relatarem a pequena quantidade de trabalhos publicados com metanálise em algumas áreas da saúde, em particular na fisioterapia e terapia ocupacional.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos resultados obtidos neste estudo pode-se afirmar que é de suma importância que os profissionais responsáveis pela prescrição e adaptação da cadeira de rodas conheçam os equipamentos disponíveis, assim como as medidas a serem realizadas no ato da avaliação e as reais necessidades do usuário, pois não existe uma cadeira padrão que se adapte a todos, ela deverá atender a cada um segundo suas individualidades, já que possui influência direta no quadro patológico e psicológico do paciente.

É imprescindível também que os fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais e médicos busquem cada vez mais o aprofundamento e aperfeiçoamento na referida área, assim como a pesquisa e divulgação de material inerente ao tema abordado por serem poucas as publicações disponíveis que relatam a influência da cadeira de rodas sobre a vida do seu usuário.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, C.A. *et al.* Avaliação cinemática da transferência de paraplégicos da cadeira de rodas. **Acta Ortop Bras.** 2011;19(6):346-52. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aob/v19n6/v19n6a05.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2012.
- BARRETO, M.A.; PAULA, O.R.; FERREIRA, E.L. Estudo das variáveis motoras em atletas da dança esportiva em cadeira de rodas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento** 2010;18(2):5-10. Disponível em <<http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/1850/1669>>. Acesso em: 15 de setembro de 2012.
- BRASIL. Lei Nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Lex:** Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm>. Acesso em: 16 de setembro de 2012.
- BRASIL. Portaria Nº 661, de 2 de dezembro de 2010. **Lex:** Atualiza a Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM do SUS. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2010/prt0661_02_12_2010.html>. Acesso em: 16 de novembro de 2012.
- CARVALHO, J.A.; **Órteses:** um recurso terapêutico complementar. 1ª ed. Barueri, SP: Manole, 2006. 184p.
- CHAUSTRE, D.M.; CHONA, W. Distrofia Muscular de Duchenne. Perspectivas desde La rehabilitación. **Rev fac Med.** 19 (1): 45-55, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/med/v19n1/v19n1a05.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2012.
- COLLANGE, L.A. *et al.* Influência da adequação postural em cadeira de rodas na função respiratória de pacientes com amiotrofia espinhal tipo II. **Fisioter Pesq.** 2009;16(3):229-32. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v16n3/07.pdf>>. Acesso em: 13 de agosto de 2012.
- COSTA, V.S.P. *et al.* Representaciones sociales de la silla de ruedas para la persona com lesión de la medula espinal. **Rev. Latino-Am. Enfermagem** [Internet]. jul-ago 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v18n4/es_14.pdf>. Acesso em: 8 de agosto de 2012.
- DEL'ACQUA, R.J.; SILVA, O.M. Tecnologia Assistiva: Cadeira de rodas e sua evolução. Centro de Referências Faster. Março, 2005. Disponível em: <<http://www.crfaster.com.br/Cadeira%20Rodas.htm>>. Acesso em: 10 de julho de 2012.
- GALVÃO, C.R.C. *et al.* Programa de concessão de órtese e prótese no Estado do Rio Grande do Norte: Direito e Cidadania. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 32, p. 25-33, 2008. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/rbsp/index.php/rbsp/article/viewFile/140/136>>. Acesso em: 26 de julho de 2012.
- GARANHANI, M.R. *et al.* Adaptação da pessoa após acidente vascular encefálico e seu cuidador: ambiente domiciliar, cadeira de rodas e de banho. **Acta Fisiatr.** 2010;17(4):164-168. Disponível em: <http://www.Acta.fisiatrica.org.br/v1/control/secure/Arquivos/AnexosArtigos/CDA72177EBA360FF16B7F836E2754370/164_168_Adapta%C3%A7%C3%A3o%20da%20pessoa%20ap%C3%B3s%20acidente%20vascular%20encef%C3%A1lico.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2012.
- MEDOLA, F.O. *et al.* **Sports on quality of life of individuals with spinal Cord injury:** a case series. **Rev Bras Med Esporte** – Vol. 17, No 4 – Jul/Ago, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v17n4/en_v17n4a08.pdf>. Acesso em: 11 de agosto de 2012.
- MINOR, M.A.D; MINOR, S.D. **Procedimentos e cuidados com o paciente.** 4ª ed. Guanabara Koogan, 2001. 504p.
- MORAES, G.F.G. *et al.* O efeito da prescrição de cadeira de rodas de basquetebol sobre o desempenho esportivo. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Florianópolis, v. 33, n. 4, p.991-1006, out./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbce/v33n4/a13v33n4.pdf>>. Acesso em: 17 de outubro de 2012.
- OKAMA, L.O. *et al.* Avaliação funcional e postural nas distrofias musculares de Duchenne e Becker. **ConScientiae Saúde**, 2010;9(4):649-658. Disponível em: <<http://www4.uninove.br/ojs/index.php/saude/article/viewFile/2413/1833>>. Acesso em: 29 de julho de 2012.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Pautas para el suministro de sillas de ruedas manuales em entornos de menores recursos.** Ginebra, 2008. Disponível em: <http://www.who.int/disabilities/publications/technology/wheelchairguidelines_sp_finalforweb.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2012.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório mundial sobre a deficiência.** São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.sp.gov.br/usr/share/documents/RELATORIO_MUNDIAL_COMPLETO.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2012.
- PIERSON, F.M. **Princípios e técnicas de cuidados com o paciente.** 2ª ed. Guanabara Koogan, 2001. 317p.
- RODINI, C.O. *et al.* Influência da adequação postural em cadeira de rodas na função respiratória de pacientes com distrofia muscular de Duchenne. **Fisioter Pesq.** 2012;19(2):97-102. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v19n2/02.pdf>>. Acesso em: 26 de outubro de 2012.
- SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>>. Acesso em: 10 de novembro de 2012.

VI. COPYRIGHT

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



PERSPECTIVAS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MERCADO BRASILEIRO

MÔNICA OLIVEIRA DE ARAÚJO MABUB¹, CLÁUDIO HOMERO FERREIRA DA SILVA¹, MARCOAURÉLIO DUMONT PORTO¹, ELSON LIMA BORTOLINI DA SILVA²

1 – CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.; 2 – CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.

monica.mabub@cemig.com.br, chomero@cemig.com.br, corelio@cemig.com.br,

elsonl@cemig.com.br

Resumo - Identificados como um grande avanço tecnológico, os veículos elétricos e híbridos não são novidade no mercado. Eles já tiveram participação maior no cenário automobilístico, competindo com os veículos à combustão, mas por diversas razões não emplacaram. Neste sentido o artigo discute o conceito de veículo elétrico, os principais tipos de veículos e baterias, sua inserção na rede de distribuição e os principais desafios ao seu desenvolvimento no mercado. Utilizou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica. Este trabalho visa conhecer os caminhos pelos quais o Brasil percorrerá para alcançar a implementação da tecnologia associada ao veículo elétrico. Assim, pode-se concluir que o futuro do setor automobilístico permeia o conceito do veículo elétrico e suas tecnologias de suporte e armazenamento. Mas para isso o governo brasileiro necessitará planejar a normatização do veículo, o desenvolvimento do conceito de “postos de abastecimento”, modernização da infraestrutura de energia elétrica, e a quebra do paradigma cultural em torno da comparação entre os veículos elétricos e à combustão.

Palavras-chave: Veículo Elétrico. Bateria Sódio-Metal-Cloreto. Sustentabilidade. Energia. Smart Grid. Supercapacitor.

I. INTRODUÇÃO

Devido ao crescente aumento da população mundial, associado ao conseqüente incremento do consumo de energia e recursos naturais, o cenário global que a população vivencia é de elevado nível de poluição e emissão de gases, gerando diversos impactos negativos ao meio ambiente.

Além do crescimento populacional em números puros, o desenvolvimento da humanidade está atrelado diretamente ao aumento do uso de energia, que se faz necessário à consolidação dos avanços tecnológicos alcançados pela conquista do desenvolvimento. Para isto deve haver fonte de energia acessível e disponível para alimentar essa demanda crescente. Assim, vê-se a necessidade de otimizar a utilização dos recursos naturais de forma a agredir minimamente o ambiente, evitando desperdícios desnecessários [1].

A dependência de combustíveis fósseis em todo o mundo é alta, e no Brasil não é diferente. Dentre as principais fontes consumidoras destes combustíveis, encontram-se os automóveis, também grandes causadores das emissões de gases nocivos ao meio ambiente, que contribuem principalmente para o aquecimento global [1].

Portanto, associada a crescente preocupação com a saúde dos habitantes dos grandes centros urbanos e a necessidade da redução de emissões de dióxidos de carbono,

levando em conta o desenvolvimento tecnológico dos meios de acumulação e transformação de energia elétrica, o foco na ampliação do conceito de propulsão elétrica para automóveis tem aumentado nos últimos anos [2].

Assim, neste artigo procurou-se discutir a tecnologia proposta nos veículos elétricos, mostrando os tipos fundamentais de veículos e baterias. Seu objetivo principal é elencar as principais vantagens e desafios em torno do desenvolvimento dessa tecnologia, bem como apresentar de maneira concisa os estágios e os avanços que o Brasil conquistou em torno da tecnologia.

O trabalho consiste numa pesquisa bibliográfica que aborda o conceito do veículo elétrico, suas principais vantagens e entraves ao seu desenvolvimento, além de expor o contexto da Cemig no desenvolvimento de projetos piloto em torno do tema.

II. HISTÓRICO DO VEÍCULO ELÉTRICO

Em meados do século XIX surgiram os primeiros estudos de tecnologias de suporte ao desenvolvimento dos automóveis elétricos [3]. Estes estudos permearam principalmente o conceito das baterias elétricas (fonte armazenadora de energia desta modalidade de veículo).

Em 1800, o físico italiano Alessandro Volta inventou a pilha elétrica que ficou conhecida como “Pilha de Volta” a qual produzia faíscas de curta duração. Mais tarde em 1820, o físico e químico dinamarquês Hans Christian Orsted descobriu que as correntes elétricas poderiam criar campos magnéticos, importante no estudo do eletromagnetismo. E em 1825, o físico William Sturgeon ficou conhecido por construir os primeiros eletroímãs, composto por uma bobina de fios, com núcleo de ferro para aumentar o campo magnético [4].

Estes estudos foram de fundamental importância para a base da construção dos primeiros motores elétricos que seriam utilizados nos automóveis elétricos da época. Os avanços alcançados na eletroquímica durante os anos seguintes impulsionaram o desenvolvimento dos primeiros veículos elétricos experimentais nos EUA, Reino Unido e Holanda [3].

A bateria de chumbo-ácida, desenvolvida pelo belga Gaston Planté em 1859, é usada hoje em dia nos veículos com motores de combustão interna, veículos híbridos e veículos elétricos. A invenção da bateria de níquel-ferro, com capacidade de armazenamento de 40% maior que a bateria de chumbo anteriormente desenvolvida se deu em

1901 por Thomas Edison. Porém o custo de produção desta era muito elevado [3].

Neste período as pesquisas sofreram uma desaceleração e retomaram com maior força nos anos 70, em meio à crise do petróleo e os problemas ambientais do novo século. Assim, os automóveis elétricos atraíram a atenção do setor automobilístico e das grandes montadoras. Houve inúmeras iniciativas de inseri-los no mercado, mas os veículos elétricos puros e os híbridos não estavam prontos a competir com os automóveis convencionais [3].

O desenvolvimento dos veículos elétricos só teve efetivo início no final da década de 80, momento em que a poluição dos grandes centros urbanos passou a ser discutida com frequência e teve-se o início de políticas mundiais de incentivo à redução das emissões de gases poluentes proveniente dos veículos urbanos.

Por volta dos anos 90 as montadoras General Motors, Ford e Toyota lançam veículos basicamente elétricos no mercado. Em 2010 essas empresas retomam a tecnologia elétrica lançando modelos no mercado com uma considerável evolução tecnológica dos anteriormente estudados. Os quesitos autonomia e *design* foram os agraciados com as modificações [5].

Atualmente, diante dos problemas ambientais, climáticos e energéticos, os veículos híbridos, elétricos e *plug-in* ressurgem como promessa de solução a esses problemas associados ao desenvolvimento da humanidade. Estes veículos não contaminam o meio ambiente, apresentam baixo consumo de energia, utilizam tecnologias inovadoras, têm fácil dirigibilidade com baixos custos de manutenção, apresentam funcionamento suave e silencioso e tem elevada durabilidade.

O grande setor incentivador das pesquisas em torno deste assunto é o automobilístico. Este cenário evidencia a magnitude do tema e as grandes possibilidades de alteração na estrutura dos transportes, com o advento da integração.

III. O VEÍCULO ELÉTRICO

São considerados veículos elétricos aqueles que acionados por um sistema de propulsão elétrica e que integram pelo menos um motor elétrico que converte a energia elétrica em energia mecânica necessária a sua propulsão. O cenário vivenciado hoje pelos grandes centros urbanos mundiais está intimamente relacionado à dependência dos mesmos em relação aos combustíveis fósseis. E de fato, as tentativas de se solucionar esta preocupação perpassam por análises no setor de transportes rodoviários [6].

Assim, a realidade dos veículos elétricos se enquadra em meio a uma política focada na sustentabilidade dos meios de transporte, sendo o surgimento do veículo elétrico fonte viável e confiável para se alcançar determinadas aplicações de mobilidade de transporte. O veículo elétrico representa a realidade mais próxima dos conceitos de zero emissão (zero ruído, zero emissão de poluentes, ausência de vibrações) em qualquer tipo de veículo locomotor [6].

Dentre os veículos elétricos que merecem destaque pelas pesquisas realizadas no mercado, existem os: veículos elétricos a bateria, veículos elétricos híbridos, veículos elétricos híbridos *plug-in*, veículos elétricos com células a combustível e veículo elétrico solar.

A. Veículo Elétrico a Bateria

O veículo elétrico a bateria recebe a energia necessária ao seu funcionamento através de um conjunto de baterias que são recarregadas a partir da rede elétrica. Esta energia, após alimentar as baterias, é a fonte alimentadora dos motores elétricos conectados às rodas. Este tipo de veículo permite economia de energia e emissões de poluentes nulas [7].

No Brasil, aproximadamente 80% da geração de eletricidade é de origem hídrica, o que permite elevados níveis de redução nas emissões se pensar na cadeia elétrica como um todo. A eficiência dos veículos elétricos à bateria é cerca de 70%, que se comparada à eficiência dos automóveis convencionais, supera 4 vezes o valor das mesmas (que giram em torno de 14 a 18%) [7].

Algumas configurações destes veículos incluem uma peça denominada extensor, que confere autonomia extra de 300 quilômetros. Outra questão curiosa a respeito desses veículos é que a frenagem regenerativa, aquela que acontece quando o freio é acionado para reduzir a velocidade, transforma parte da energia cinética do veículo em energia elétrica, que é armazenada em uma bateria. Este mecanismo é representado na Figura 1 [7].

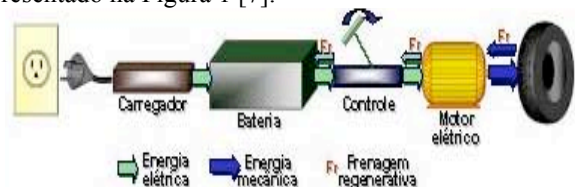


Figura 1- Demonstração esquemática de um veículo elétrico a bateria
Fonte: [7]

B. Veículo Elétrico Híbrido

Veículo elétrico híbrido apresenta como componente principal um motor elétrico cuja energia é abastecida por um gerador e uma bateria. Seu nome se deve ao fato de possuir um motor a combustão interna e um motor elétrico no qual permite amortizar o esforço do motor a combustão reduzindo assim o consumo e emissões de gases nocivos ao meu meio ambiente. Este tipo de veículo também apresenta frenagem regenerativa na qual transforma a energia cinética liberada durante a frenagem em energia elétrica [7].

Existem três tipos de veículos elétricos híbridos. O primeiro, representado na Figura 2 é o híbrido-série no qual o motor elétrico aciona diretamente as rodas.

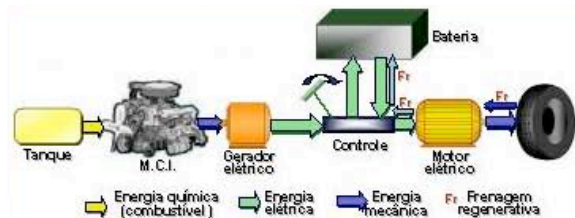


Figura 2 - Demonstração esquemática de um veículo elétrico híbrido-série
Fonte: [7]

O segundo, representado na Figura 3 é o híbrido-paralelo no qual o motor a combustão junto com o motor elétrico contribui no acionamento das rodas.

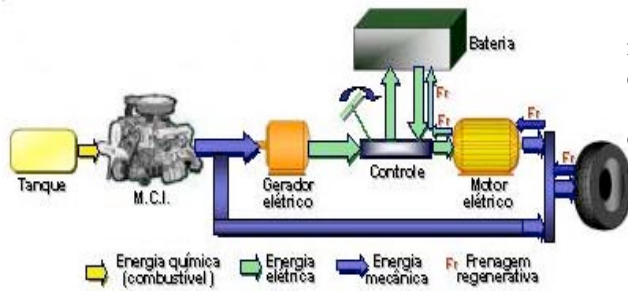


Figura 3 - Demonstração esquemática de um veículo elétrico híbrido-paralelo
Fonte: [7]

E o último é o híbrido misto, que combina aspectos do sistema em série com o sistema em paralelo, maximizando os benefícios de ambos.

O veículo elétrico híbrido apresenta uma economia de combustível de até 50% em comparação com os veículos convencionais movidos combustão interna. As emissões de gases nocivos como dióxido de carbono e monóxido de carbono são reduzidas em 50% e 90% respectivamente [7].

C. Veículo Elétrico Híbrido Plug-In

O veículo elétrico híbrido *plug-in*, tipo série (Figura 4) ou paralelo (Figura 5), é um veículo híbrido cuja bateria utilizada para alimentar o motor elétrico pode ser carregada a partir da rede elétrica, por meio de uma tomada.

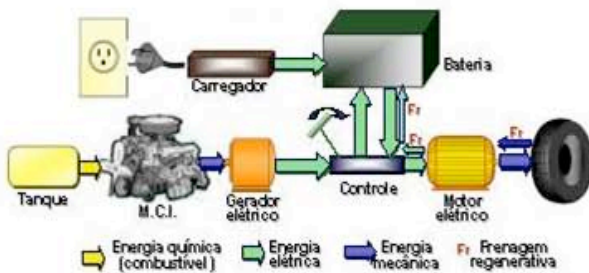


Figura 4 - Demonstração esquemática de um veículo elétrico híbrido série *plug-in*
Fonte: [7]

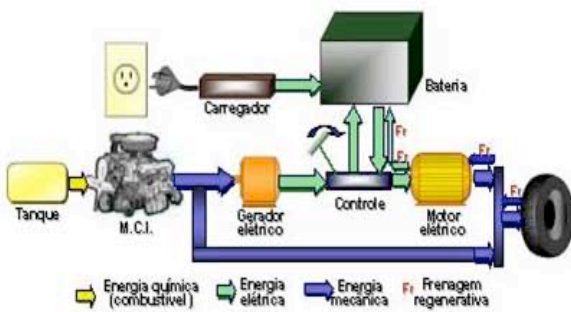


Figura 5 - Demonstração esquemática de um veículo elétrico híbrido paralelo *plug-in*

No veículo híbrido tradicional a bateria é carregada através do motor a explosão e em alguns casos pela frenagem regenerativa. Já no híbrido *plug-in* a alimentação é feita diretamente da rede elétrica reduzindo, portanto, o consumo de combustível e as emissões de poluentes, rodando parte do caminho diário no modo exclusivo elétrico no qual as emissões são nulas.

Quando a carga da bateria atinge o valor mínimo, o motor a combustão interna é acionado passando a funcionar como um veículo híbrido tradicional tipo série ou paralelo [7]. Outra situação onde ocorre o acionamento do motor a combustão é a solicitação de maior potência, dependendo da condição de trânsito.

D. Veículo Elétrico com Célula a Combustível

Veículo elétrico com célula a combustível (Figura 6) é um veículo movido por energia elétrica gerada a bordo por meio de uma reação eletroquímica entre o hidrogênio (armazenado a alta pressão em um tanque especial) e o oxigênio do ar, tendo como produto final a formação de vapor de água e calor [7].

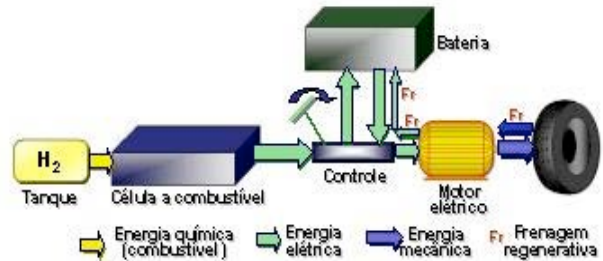


Figura 6 - Demonstração esquemática de um veículo de célula a combustível
Fonte: [7]

O veículo elétrico de célula a combustível terá um papel importante na mobilidade do futuro, com emissão zero, pois são mais eficientes que os veículos convencionais e dispensam o uso de petróleo [7].

E. Veículo Elétrico Solar

Um veículo elétrico solar é um veículo que utiliza a energia do sol, obtida através de painéis fotovoltaicos que convertem a energia solar em energia elétrica que alimenta um motor elétrico. Os painéis geralmente são localizados no teto do veículo.

Os veículos elétricos são mais utilizados em pesquisas de universidades e competições de engenharia, não sendo veículos de transporte práticos para o dia-a-dia. Em casos em que a luz solar é insuficiente, o que torna uma limitação, o veículo apresenta uma bateria na qual pode ser carregada quando o carro estiver parado [7].

IV. TIPOS DE BATERIAS

As baterias elétricas vêm se aperfeiçoando a cada ano devido às intensas pesquisas de melhoramento quanto aos aspectos relacionados ao tamanho da bateria, volume, autonomia, ciclo de vida e tempo de recarga [1]. Os fatores que permitem uma maior autonomia e um menor volume estão relacionados com o aumento da densidade de energia específica (Wh/Kg) e a densidade de energia volumétrica (Wh/L), atrelados a estes fatores estão um maior ciclo de vida e um menor tempo de recarga que tornam as baterias um elemento principal na estrutura dos veículos elétricos [5].

Encontra-se em estudo dois tipos básicos de baterias:

- Baterias primárias: este tipo de bateria tem a particularidade de não ser recarregável, produzindo energia

a partir de uma reação eletroquímica que geralmente as inutiliza por ser irreversível [3].

- Baterias secundárias: este tipo de bateria permite a recarga a partir de uma fonte externa de alimentação, sendo este ciclo de alimentação passível de acontecer várias vezes em sequência [3].

As principais tecnologias associadas ao desenvolvimento de baterias recarregáveis são: Chumbo-Ácido (Pb-ácido), Níquel-Cádmio (Ni-Cd), Níquel-Metal-Hidreto (Ni-MH), Íon de Lítio (Li-ion) e Sódio Cloreto-Níquel (Na-NiCl₂). A Figura 7 mostra uma comparação geral a respeito da potência e energia dessas baterias. Embora essa relação seja inversamente proporcional, as baterias de Ion Lítio (Li-ion) tem clara vantagem sobre as demais por apresentar o cenário otimizado entre energia e densidade de potência [8].

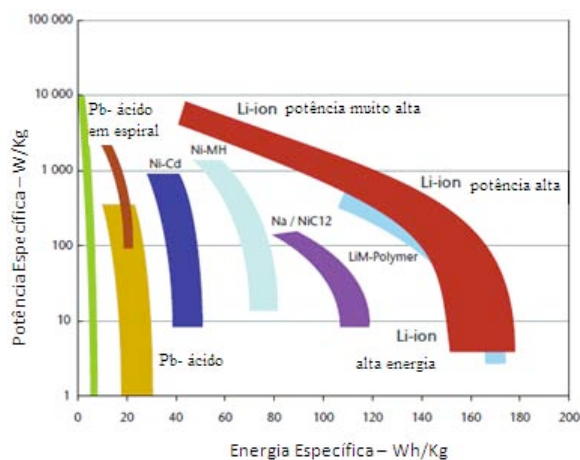


Figura 7- Energia específica e potência específica para os diferentes tipos de bateria
Fonte: [8]

A. Bateria de Sódio-Metal-Cloreto

As baterias de sódio metal-cloreto se configuram como uma evolução às baterias de sódio-enxofre. O mecanismo de funcionamento de ambas é o mesmo: o eletrólito (sólido a temperatura ambiente) é aquecido de 250 à 350°C para que a bateria funcione. Porém, as baterias de sódio-metal-cloreto apresentam maior capacidade de armazenamento de energia, e consequentemente, maior eficiência de carga e descarga [2].

Os tipos mais comuns de baterias de sódio são, o Sódio-Enxofre (NaS) e o Sódio Cloreto-Níquel (Na-NiCl₂), sendo este último comercialmente denominado de bateria ZEBRA - Zero Emission Battery Research Activity - (Figura 8). As baterias ZEBRA são as mais adequadas à denominação moderna de metal cloreto, embora ambos os tipos sejam de sal fundido [9].



Figura 8 - Bateria do tipo ZEBRA - Na-NiCl₂
Fonte: [2]

As baterias de Sódio Cloreto-Níquel apresentam a desvantagem de operar em altas temperaturas, premissa necessária para impedir que o eletrólito se solidifique. Isso exige que a bateria seja ligada a uma fonte de carregamento constante. Caso o eletrólito se solidifique faz-se necessário reaquecimento da bateria, que pode exigir de um a dois dias para sua completa recarga. Este tipo de bateria é comumente utilizado em veículos de tração puramente elétrica que apresentam alta utilização, como veículos de frotas de empresas [2].

Apesar de apresentar seu processo de fabricação complexo, este se configura de modo seguro, apesar do empecilho da alta temperatura. Além disso, esta bateria apresenta alta possibilidade de reciclagem por conter em sua composição principalmente níquel e cloreto de sódio [2].

Por todos os motivos apresentados em torno deste modelo de bateria, desde 2004 o Brasil participa dos estudos para tornar os veículos elétricos uma alternativa viável em larga escala para os transportes. A Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e a Itaipu Binacional já utilizam protótipos desenvolvidos para os estudos. As baterias utilizadas nos veículos podem ser carregadas em qualquer tomada 110 ou 220V/50 a 60Hz, podendo a corrente elétrica ser de 7A, 10A e 16A, comum em qualquer lugar do país [10].

A maior desvantagem apresentada pelas baterias de Sódio Cloreto-Níquel é o tempo de recarga, aproximado de 8 horas. Estudos que abrangem o melhor desempenho e autonomia dessas baterias vêm sendo realizados [10].

4.1 Comparações entre Baterias e Supercapacitores

Os supercapacitores são estruturas que se diferenciam dos capacitores comuns em sua construção, por apresentarem uma camada de eletrolítico de espessura molecular. Eles podem ser usados como substitutos para baterias em aplicações em que uma grande corrente de descarga seja necessária, a exemplo nos veículos elétricos. Nestes casos apresentam vantagens evidentes como: rápido tempo de resposta, pouca manutenção, tempo de vida elevado e alta eficiência [11].

Distintamente das baterias, eles podem ser carregados e descarregados infinitas vezes sem que isso afete o seu desempenho. Ao contrário das baterias os supercapacitores tem vida longa e não se desgastam tão rapidamente com o tempo. Genericamente, pode-se dizer que os supercapacitores são um cruzamento dos capacitores convencionais com as baterias eletroquímicas. Sua maior vantagem são que os supercapacitores não necessitam de um circuito que detecte sua carga máxima, pois eles param de armazenar carga quando encontram-se cheios. Assim eles evitam danos causados por sobrecarga [12].

Apesar de sua melhor performance, os supercapacitores não necessariamente entram em competição com as baterias. Uma boa aplicação para eles é colocá-los em paralelo com os terminais de uma bateria, auxiliando a bateria quando a carga demandada é de alta potência. Ou seja, os supercapacitores associados a baterias faz com o desempenho deste conjunto seja otimizado nos picos de demanda de potência de carga [12].

V. INSERÇÃO DO VEÍCULO ELÉTRICO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

As redes elétricas estão evoluindo rumo ao conceito de *Smart Grid*, o qual será de extrema importância para a concretização da mobilidade proveniente dos veículos elétricos. A forma como esses veículos se integrarão à rede elétrica é objeto de estudo que merece foco, pois sem a perfeita integração desses dois sistemas a realidade da inserção dos veículos elétricos no mercado se tornará cada vez mais longínqua.

A integração da rede elétrica e os veículos elétricos, é dotada de considerável complexidade, em contrapartida gera uma gama de possibilidades para que os veículos elétricos possam ter impacto reduzido à rede e maior volume de postos de recarga (associados a estudos de autonomia das baterias utilizadas). Sem a devida infraestrutura de recarga elétrica a decolagem dos projetos de veículos elétricos não seria possível, visto que a ausência de postos de recarga acarreta enorme dependência e reduziriam as vantagens aparentes desse tipo de veículo [13].

A atual rede elétrica do Brasil não foi projetada para estruturar as projeções de inserção dos veículos elétricos na rede. Com o advento e implantação real do conceito *Smart Grid*, essa realidade tornara-se viável pela *Smart Grid* fornecer eletricidade aos consumidores utilizando tecnologias bidirecionais para controlar as cargas nos pontos de consumo. Esse modelo permite mais eficiência na utilização da energia, reduzindo custos e aumentando a confiabilidade do sistema [13].

A princípio um veículo elétrico ligado à rede representa somente uma carga adicional ligada ao sistema. Contudo, se inserido numa *Smart Grid*, este mesmo veículo representa agora uma carga controlável, por apresentar elevada capacidade e disponibilidade, ao se conectar a rede por longos períodos de tempo [13].

Além disso, um veículo elétrico pode representar um dispositivo de armazenamento de energia, que associado às tecnologias da *Smart Grid*, permitirá que o proprietário do veículo recarregue seu carro quando verificar a tarifa reduzida da eletricidade, e vender o excesso de energia armazenada no mesmo quando o preço da energia estiver em seu pico. Estes pontos são benéficos tanto para o consumidor quanto para o distribuidor da energia, e é exatamente esta interação que forma a base do conceito de “*Vehicle-to-Grid*” (V2G). [13]

Analisando este conceito, percebe-se que a principal característica associada ao V2G é a realidade do usuário do veículo não se configurar mais apenas como consumidor de energia, e sim como um potencial gerador de energia elétrica para o sistema (fornecida através da conexão das baterias à rede transferindo a energia armazenada) [3]. A interação entre o veículo e a rede elétrica gera como principal benefício à possibilidade do veículo funcionar como um gerador distribuído.

Em contrapartida surge o questionamento: os veículos elétricos seriam capazes de fornecer serviços associados à distribuição de energia elétrica, competitivos o suficiente, em relação às modalidades convencionais já existentes? Sobre o sistema V2G, estudos mostraram que ele é menos indicado para a geração de energia elétrica de base, mas é adequado para a prestação de serviços de regulação, reserva girante e atendimento a demanda de pico [3]. Esta questão é um dos pontos a ser analisado e estudado mais

profundamente pelas empresas e organizações que buscam o desenvolvimento da tecnologia.

A Figura 9 representa um exemplo de conexão entre veículos elétricos e a rede de energia. Esquemáticamente, o sinal de controle do operador da rede é mostrado como um sinal de rádio (o que poderia ser feito também por uma rede de telefonia celular, internet ou outras mídias).

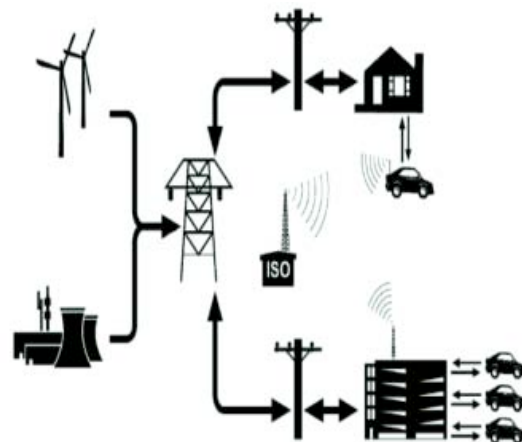


Figura 9 - Esquema das linhas de energia e conexões sem fio entre veículos e a rede de energia elétrica

Fonte: [14]

Assim, o operador do sistema (concessionárias de energia – na figura representada pela sigla ISO) enviam pedidos de serviços para os veículos elétricos (o sinal pode ir diretamente para cada veículo – canto superior direito da figura) ou através de uma central conectada a veículos em um estacionamento (escritórios, shoppings, etc – parte inferior direita da figura) [14].

VI. DESAFIOS E GARGALOS PARA A INTRODUÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO E NO MERCADO BRASILEIRO

O potencial mercadológico do veículo elétrico é inegável. Seu surgimento está atrelado ao cenário de fortalecimento da preocupação ambiental associado à procura incessante por alternativas que melhorem a eficiência energética do país. Porém, todo conceito inovador o suficiente para extrapolar os paradigmas existentes enfrenta barreiras de inserção que merecem destaque. Assim, os desafios para a introdução dos veículos elétricos, nas suas mais diversas modalidades, são imensos.

Com relação à implementação do veículo elétrico no mercado e na rede elétrica brasileira, podemos analisar as barreiras, gargalos e desafios sob os seguintes aspectos:

- Técnico: a implementação do veículo elétrico na rede de distribuição impulsiona o sistema elétrico atual para o caminho das redes inteligentes, visto que a nova realidade deste veículo exige maior controle de carga. Neste sentido, a implementação da *Smart Grid* torna-se requisito fundamental ao desenvolvimento da tecnologia promissora dos veículos elétricos [3]. Além disso, a bateria configura-se como componente crucial ao desenvolvimento do veículo em larga escala, por representar o elemento responsável pelo índice de autonomia do veículo e oscilação do preço final do produto. A bateria de íon lítio é utilizada atualmente, mas não necessariamente será a tecnologia dominante

no futuro por conta do seu elevado custo e de quesitos relacionados à oferta da matéria-prima [15].

- Financeiro: os custos associados à implementação do veículo elétrico estão relacionados principalmente ao desenvolvimento de uma infraestrutura elétrica adequada, capaz de fornecer a conectividade plena com toda a carga elétrica do país; à expansão da transmissão para entrada de fontes renováveis de energia para suprir o aumento na demanda de carga; aos custos com aparelhos e dispositivos inteligentes de conexão com a rede; além dos custos intrínsecos à tecnologia aplicada no veículo elétrico em si (baterias e sistemas de alimentação) [3].

- Regulatório: para a completa introdução do veículo elétrico no mercado, antes se faz necessário a elaboração e desenvolvimento de legislações regulatórias que englobem quesitos como incentivo à tecnologia, normas técnicas de fabricação e especificação veicular, regulação de pontos de recarga, normatização de consumo e venda da energia utilizada nos veículos, dentre outros [3].

- Mercadológico: talvez este seja o ponto mais preocupante para a introdução do veículo elétrico no mercado. No meio automobilístico os consumidores não estão somente buscando um meio de locomoção ao comprar um carro, eles visam também a performance e desempenho do veículo nas estradas e meios urbanos, além de procurar por *designs* modernos. Assim, a tradição dos veículos a combustão associada à falta de infraestrutura reduz as chances dos consumidores em adquirirem um veículo elétrico [15]. Além disso, levando em consideração a grande gama de fabricantes de veículos hoje no Brasil (Nissan, Peugeot, Ford, Fiat, Volkswagen, Honda, Renault, General Motors, Toyota, Chevrolet, entre outras), o mercado vivencia um cenário de forte concorrência, transformando a introdução do veículo elétrico um desafio a se vencer, já que os veículos convencionais dessas montadoras apresentam desempenho satisfatório e de alto gosto popular.

Resumidamente, os desafios à introdução do veículo elétrico na rede e mercado brasileiro perpassam a normatização do veículo, fabricação de novos componentes, o desenvolvimento do conceito de “postos de abastecimento”, a adaptação e expansão da infraestrutura de energia elétrica, e questões culturais em torno da comparação entre os veículos elétricos e à combustão. Adicionalmente, mecanismos de incentivos e de fomento serão necessários para sua inserção [16].

Portanto, o cenário de rupturas tecnológicas, como é o caso do veículo elétrico e da *Smart Grid*, é mecanismo essencial de contribuição na redução dos custos associados às tecnologias e redução das barreiras de introdução do mesmo. Ainda assim, não fica clara a viabilidade comercial dos veículos elétricos.

E, mesmo que os veículos elétricos fossem impulsionados ao mercado nas próximas décadas, os efeitos na redução de emissão de gases poluentes e associados ao efeito estufa não seriam sentidos antes de 2030, já que são

necessários alguns anos e um número significativos de veículos com a nova tecnologia para que mudanças atmosféricas possam ser sentidas [16]. Estes aspectos evidenciam a importância da elaboração concisa de estudos prévios à introdução dos veículos elétricos no mercado e desenvolvimento da *Smart Grid*.

VII. EXPERIÊNCIA DA CEMIG EM VEÍCULO ELÉTRICO

O carro elétrico tem conquistado países como Estados Unidos e Japão, sendo uma das grandes apostas no mercado de energia limpa. No Brasil, essa tendência ainda não conquistou o público. Para muitos especialistas a falta de incentivo do governo para popularizar os veículos torna um gargalo para o avanço da nova tecnologia [17].

A Fiat em parceria com a Cemig e Itaipu Binacional visam à introdução e o aperfeiçoamento dos veículos elétricos no mercado brasileiro. Essas empresas são as únicas que mantêm um trabalho consistente de pesquisa e produção de protótipos no País. Em 2009 a Cemig apresentou quatro veículos elétricos que estão sendo utilizados atualmente na frota da empresa. A concessionária mineira investiu R\$ 850 mil, correspondente à compra dos carros, capacitação de equipes, despesas operacionais e estrutura de postos de abastecimento nas unidades da empresa [18].

O que dificulta o desenvolvimento da tecnologia são as questões governamentais, principalmente por não ter incentivos para importar veículos, além do alto custo da bateria, que é importada, e custa em torno de 10 mil euros (R\$ 30,4 mil) [19].

A frota da Cemig é composta pelo modelo Palio Weekend (Figura 10) na qual utiliza a bateria de cloreto de sódio e níquel e tem autonomia de 120 quilômetros.



Figura 10 - Veículo Elétrico da Cemig
Fonte: [20]

A experiência com os veículos da empresa é positiva. Os carros rodam há alguns anos e nunca apresentaram um defeito crítico. A bateria apresenta uma estimativa de vida útil de 10 anos o que equivalem a 1,5 mil ciclos. Cada ciclo é uma carga completa da bateria e permite rodar cerca de 120 quilômetros. [17]

As principais características técnicas do veículo elétrico da Cemig e da bateria de Sódio Cloreto-Níquel utilizada estão apresentadas nas tabelas abaixo (Tabela 1 e 2):

Tabela 1 - Características técnicas do veículo elétrico da Cemig

Autonomia	120km
Velocidade Máxima	110km/h
Aceleração	0-50km/h em 7 seg.
	0-100km/h em 28 seg.
Tempo de Recarga	8 horas
Consumo a cada 100Km	15kWh
Potência	16kW (20CV)
Rotação	12.000 RPM
Redução	8,64 :1
Refrigeração	A água

Fonte: [20]

Tabela 2 - Características técnicas da bateria de Sódio Cloreto-Níquel

Tensão final a vácuo	278V
Mínima tensão de operação	186V
Máxima corrente de descarga	224A
Temperatura ambiente	-40°C a +50°C
Peso	164kg
Dimensões	680 x 609 x 292 mm
Capacidade da Bateria	76Ah
Corrente de carga	7, 10 ou 16 A
Temperatura interna da bateria	260°C
Carga com Tensão	220V ou 127V
Frequência	50Hz ou 60Hz
Característica da bateria	Totalmente Reciclável

Fonte: [20]

A Cemig, por encarar os veículos elétricos como tecnologias associadas ao seu mercado e de extrema importância para o desenvolvimento sustentável, procura participar de pesquisas relacionadas às inovações que afetam o setor energético, e neste contexto, participa do desenvolvimento do conceito do veículo elétrico e da bateria. Tais desenvolvimentos se apresentam como promissores e alinhados com a direção de construção do sistema elétrico futuro. Neste contexto, o veículo elétrico e os sistemas de armazenamento podem ser vistos como tecnologia que suportam o conceito das redes inteligentes ou smart grid.

A tecnologia dos veículos elétricos gera um novo mercado para as distribuidoras por associar os veículos, em casos de sobredemandas no sistema elétrico a mecanismos de armazenamento de energia (baterias), ou em caso de sobreoferta, benefícios a um custo mais acessível. Na realidade da Cemig, o projeto do veículo elétrico trará novos negócios com a nacionalização de componentes e de inovações tecnológicas, além de direitos de propriedade intelectual (patentes, modelos de utilidade e desenho industrial) [18].

VIII. CONCLUSÃO

O Brasil, nos últimos anos, conquistou destaque na indústria automotiva. No contexto mundial, as preocupações com o meio ambiente direcionam ações para o desenvolvimento dos veículos elétricos, que se constitui em uma oportunidade de solução de transporte, de eficiência energética, uso sustentável de energia, energias renováveis e também na contribuição para a redução de emissões.

Assim, a indústria Brasileira necessita acompanhar o movimento global indicado anteriormente, para manter sua relevância internacional e comprometimento com as causas ambientais.

Neste sentido, a partir do levantamento feito neste artigo, identificou-se que o futuro dos mercados automobilísticos permeia a realidade dos veículos elétricos e

suas tecnologias de suporte. Portanto, foram elencados os tipos e particularidades dos veículos elétricos, identificando as principais características que o fazem uma ruptura tecnológica, além de enumerar as principais barreiras e desafios ao desenvolvimento dos veículos elétricos.

De fato, para que o conceito do veículo elétrico decole no país ações de cunho regulatório, de infraestrutura, de incentivo fiscal e de mudança de cultura se fazem necessárias.

Assim, o objetivo geral do artigo foi alcançado ao identificar que as pesquisas em torno deste assunto devem continuar para que se possam alcançar níveis de conhecimento técnico capazes de baratear a tecnologia e tornar o veículo elétrico uma opção mais economicamente vantajosa, quebrando a maior barreira em relação ao seu desenvolvimento: tornar o veículo elétrico realidade em escala comercial.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]DE PAULA, Rafael Correa. Análise do impacto conjunto da geração distribuída e veículos elétricos plug-in em sistemas elétricos. 2011. 108 f. Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná. 2011.
- [2]NOCE, Toshizaemom. Estudo do Funcionamento de veículos elétricos e contribuições ao seu aperfeiçoamento. 2009. 129 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2009.
- [3]BORBA, Bruno Soares Moreira Cesar. Modelagem integrada da introdução de veículos leves conectáveis à rede elétrica no sistema energético brasileiro. 2012. 179 f. Tese de Doutorado (Programa de Planejamento Energético, COPPE) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.
- [4]KIT. Karlsruhe Institute of Technology – Elektrotechnisches Institut (ETI). The invention of the electric motor 1800-1854. Disponível em: < <http://www.eti.kit.edu/english/1376.php>>. Acesso em 30 abr. 2013.
- [5]BALDISSERA, Luciano Bonato. Desenvolvimento de um protótipo de um veículo elétrico. 2012. 86 f. Trabalho de conclusão de curso (Colegiado de Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica) – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. 2012.
- [6]BRAGA, José Rodrigo Beenken da Costa. Integração de veículos elétricos no sistema elétrico nacional. 2010. 100 f. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Ciências e Tecnologia) – Universidade Nova Lisboa de Monte da Caparica. 2010.
- [7]ABVE, Associação Brasileira do Veículo Elétrico. Disponível em: < <http://www.abve.org.br/>>. Acesso em 30 abr. 2013.
- [8]IEA, 2011 International Energy Agency, Technology Roadmap: Electric and plug-in hybrid electric vehicles. France. Disponível em: < http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EV_PHEV_Roadmap.pdf>. Acesso em 03 mai. 2013.
- [9]EFIPRE, Eficiência Energética e Integração Sustentada de PRE – Armazenamento de Energia. Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Universidade de Coimbra. Disponível em <<https://woc.uc.pt/deec/getFile.do?tipo=2&id=9953>>. Acesso em 06 mai. 2013.
- [10]Baterias definem sucesso de veículo elétrico. Disponível em < <http://www.comunidadebancodoplaneta.com.br/profiles/blogs/baterias-definem-sucesso-de-veiculos-eletricos>>. Acesso em 06 mai. 2013.
- [11]JUNG, Jackson. Armazenamento de energia em Smart Grids.2010.67f.Projeto de Diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Elétrica. Porto Alegre. 2010.

- [12]MANTOVANI, André Luís; CARVALHO, Daniel Sanches; BORTOLI, Gustavo; BITTENCOURT, Lucas Santana; *et.al.* Capacitores e Supercapacitores. Universidade Federal de Itajubá-MG.2010
- [13]REVISTA O SETOR ELÉTRICO: SMART GRIDS E VEÍCULOS ELÉTRICOS – EXPERIÊNCIAS EM PORTUGAL. São Paulo: Atitude Editorial, n. 75, abr. 2012. 8 p.
- [14]TOMIC, Jasna; KEMPTON, Willett, 2007. Using fleets of electric-drive vehicles for grid support. *Journal of Power Sources* 168: 459–468.
- [15]COUTINHO, Luciano Galvão; CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro e FERREIRA, Tiago Toledo. Veículo Elétrico, políticas públicas e o BNDS: oportunidades e desafios. XXII Fórum Nacional 2009 - Na Crise, Brasil, Desenvolvimento de uma Sociedade Ativa e Moderna (Sociedade do Diálogo, da Tolerância, da Negociação), “Programa Nacional de Direitos Humanos”. E Novos Temas 17 e 20 de maio de 2010
- [16]REZENDE, Sergio; MOTA, Ronaldo e DUARTE, Adriano. Os veículos elétricos e as ações do Ministério da Ciência e Tecnologia. XXII Fórum Nacional 2009 - Na Crise, Brasil, Desenvolvimento de uma Sociedade Ativa e Moderna (Sociedade do Diálogo, da Tolerância, da Negociação), “Programa Nacional de Direitos Humanos”. E Novos Temas 17 e 20 de maio de 2010.
- [17]ESTADO DE MINAS. Carro elétrico no Brasil: à espera do sinal verde. Disponível em <http://www.em.com.br/app/noticia/especiais/rio-mais-20/economia-verde/35,74,35,71/2012/07/09/noticias_internas_rio_mais_20,305012/carro-eletrico-no-brasil-a-espera-do-sinal-verde.shtml>. Acesso em 13 mai. 2013.
- [18]CEMIG NOTÍCIA. Empresa incorpora carro elétrico à frota. AnoXXXII n°3. Abr. 2009. Disponível em <<http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Documents/CemigNoticias/CN03%20-%202009.pdf>>. Acesso em 13 mai. 2013.
- [19]PLOX. Cemig faz testes com carro elétrico. Disponível em <<http://www.plox.com.br/caderno/ve%C3%ADculos/cemig-faz-testes-com-carro-el%C3%A9trico>>. Acesso em 13 mai. 2013.
- [20]CEMIG. Veículo Elétrico. Disponível em <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Paginas/veiculo_eletrico.aspx>. Acesso em 15 mai. 2013.

X. COPYRIGHT

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



ANÁLISE DO EFEITO DE BORDA NO CAPACITOR DE CILINDROS COAXIAIS ATRAVÉS DO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS NO DOMÍNIO DO TEMPO

WILLIAM S. BESSA¹; EDUARDO P. RIBEIRO¹; WILSON A. ARTUZI Jr.¹

1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

wbessa@gmail.com;edu@eletrica.ufpr.br;artuzi@eletrica.ufpr.br

Resumo - Este artigo analisa os desvios que o efeito de borda causa na medida da capacitância de um capacitor de cilindros coaxiais. O Método dos Elementos Finitos no Domínio do Tempo foi utilizado para simular computacionalmente o problema e determinar a capacitância do dispositivo capacitivo. Os desvios que ocorrem devido ao fenômeno do efeito de borda foram quantificados através de comparações entre os resultados simulados computacionalmente e os cálculos da modelagem analítica. Um capacitor de cilindros coaxiais foi construído para testar os resultados experimentais em comparação com os resultados obtidos pelos métodos analítico e computacional. Verificou-se que a modelagem analítica realmente negligencia o efeito de borda, especialmente quando o tamanho do capacitor de cilindros coaxiais é reduzido. A modelagem computacional foi efetiva em relação às medidas experimentais quando o efeito de borda foi considerado nas simulações.

Palavras-chave: Capacitância. Capacitor Cilindros Coaxiais. Efeito de Borda. Método dos Elementos Finitos.

I. INTRODUÇÃO

Capacitores são dispositivos eletrônicos constituídos de duas placas metálicas isoladas eletricamente por um material dielétrico. Estas placas, quando submetidas a uma diferença de potencial elétrico, determinam uma capacitância que é relacionada com o material dielétrico posicionado entre elas. Conhecer a dependência dos dielétricos às suas condições de pressão e umidade possibilita a utilização da capacitância como referência para a medição destas grandezas através de sensores capacitivos.

Capacitores não ideais possuem dimensões finitas e apresentam campo elétrico uniforme entre as placas. Entretanto, próximo das bordas das placas de um capacitor, as linhas de campo elétrico tendem a formar curvas para fora do volume interno do capacitor. Este fenômeno é chamado de efeito de campo de borda ou, simplesmente, efeito de borda. Sendo assim, as linhas de campo elétrico externas ao capacitor contribuem também para a capacitância total do dispositivo.

As equações analíticas que determinam a capacitância resultante dos capacitores, em função das suas dimensões e características elétricas, são conhecidas (HALLIDAY *et al.*, 2011). Contudo, estas equações são aproximadas considerando dimensões infinitas das placas do capacitor. Quando se compara o resultado dessas aproximações com as medidas feitas em dispositivos reais e finitos, o valor da capacitância medida pode apresentar desvios dependendo das dimensões das placas do capacitor. Estes desvios ocorrem, principalmente, devido ao efeito de borda, que é,

muitas vezes, difícil de ser quantificado analiticamente (HEGG e MAMISHEV, 2004).

Estudos anteriores mostraram uma forma de modelar computacionalmente o problema dos capacitores de cilindros coaxiais finitos em eletrostática (XAVIER, 2007). Os resultados indicam que o efeito de borda pode ser quantificado através de cálculos matemáticos utilizando o Método das Diferenças Finitas. Sendo assim, os métodos computacionais são uma alternativa para se quantificar os desvios que ocorrem, devido ao fenômeno do efeito de borda, nas medidas de capacitância em relação à solução analítica. Outra vantagem das técnicas computacionais é que estas possibilitam a determinação da capacitância de dispositivos em formatos que não possuem solução analítica.

Portanto, este trabalho tem por objetivo verificar os desvios que a solução analítica apresenta em relação às medidas feitas através de uma modelagem computacional, de forma a quantificar o fenômeno do efeito de borda nas medidas. O Método dos Elementos Finitos no Domínio do Tempo (FETD – Finite Element Time Domain) será utilizado para modelar e resolver computacionalmente o problema. Também, será realizada uma comparação com as medidas experimentais realizadas em um capacitor de cilindros coaxiais prático.

II. DEFINIÇÕES

A. Método dos Elementos Finitos no Domínio do Tempo

O Método dos Elementos Finitos no Domínio do Tempo é um modelo matemático em que o domínio do problema, definido pelo seu contorno, é subdividido em partes menores, que mantêm as suas propriedades originais. A Figura 1(a) apresenta um domínio formado pelo contorno de um cubo. Os elementos menores possuem dimensões finitas e não infinitesimais, por isso são chamados de elementos finitos. Cada elemento do problema é conectado com o seu vizinho através dos pontos chamados de “nós” e segmentos de retas chamados de “arestas”. Ao conjunto de elementos finitos e nós de um domínio dá-se o nome de malha de elementos finitos.

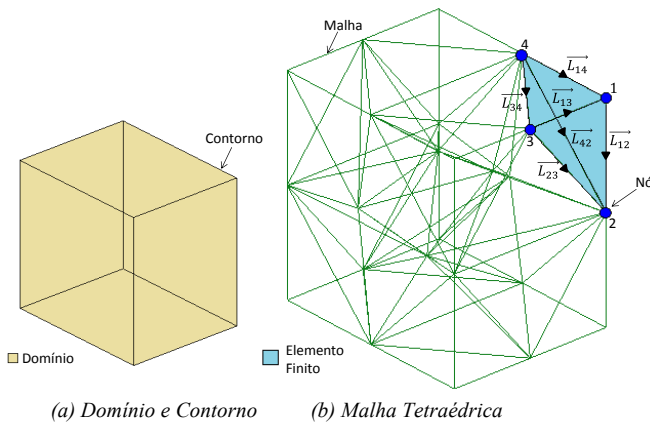


Figura 1 - Exemplo de uma Malha tetraédrica de elementos finitos para o Domínio formado por um cubo

O Método dos Elementos Finitos no Domínio do Tempo aplicado neste trabalho baseia-se na equação da onda para o campo elétrico na forma vetorial, que descreve o comportamento de uma onda eletromagnética em um meio homogêneo:

$$\frac{\partial}{\partial t} \epsilon \vec{E} + \sigma \vec{E} + \int \nabla \times \frac{1}{\mu} \nabla \times \vec{E} dt = -\vec{j} \quad (2.1)$$

em que \vec{E} é o vetor campo elétrico, \vec{j} é o vetor densidade de corrente elétrica, ϵ é a permissividade elétrica do meio, σ é a condutividade elétrica do meio e μ a permeabilidade magnética do meio.

Utilizando-se a equação da onda (2.1), expressa em termos do campo elétrico e no domínio do tempo, é possível se analisar os mais diversos tipos de problemas em eletrostática e eletrodinâmica. A expressão (2.1) está escrita na forma contínua no domínio espacial. Para transformá-la numa equação numérica, adequada para a análise computacional (matricial), é necessário utilizar de Método de Galerkin, que aplica uma técnica de resíduos ponderados (ARTUZI JR., 2005).

Os elementos geométricos mais utilizados no FETD para discretizar o domínio computacional são os tetraedros. Em contraponto à malha hexaédrica, utilizada no Método das Diferenças Finitas, a malha tetraédrica possui a vantagem de se adaptar melhor na discretização de superfícies curvas. A Figura 1(b) ilustra um cubo discretizado utilizando-se tetraedros. Verifica-se que cada elemento finito é formado por quatro nós e seis arestas. Os índices de cada aresta são definidos pelos números dos nós que formam esta aresta, sendo o sentido das arestas convencionado a partir do nó de maior numeração até o nó de menor numeração. Portanto, as arestas são denominadas: $\vec{L}_{12}, \vec{L}_{13}, \vec{L}_{14}, \vec{L}_{23}, \vec{L}_{24}$ e \vec{L}_{34} .

Em cada elemento finito, o campo elétrico pode ser descrito pela função aresta vetorial solenoidal e linear (WEBB, 1993), também conhecida como Função de Whitney (função de base):

$$\vec{E} = -\sum_p v_p \cdot \vec{W}_p \quad (2.2)$$

em que:

$$\vec{W}_p = \lambda_i \nabla \lambda_j - \lambda_j \nabla \lambda_i \quad (2.3)$$

para $i, j = [1 \dots 4]$ com $i < j$ e v_p sendo os coeficientes numéricos a se determinar. Assim, λ_i e λ_j são as coordenadas locais dos elementos finitos, também conhecidas como coordenadas baricênticas. Estas coordenadas relacionam um ponto dentro do elemento com as coordenadas globais cartesianas.

Depois de aplicar-se o Método de Galerkin na Equação de Helmholtz (2.1), obtém-se a equação na sua forma matricial no domínio do tempo (WEBB, 1993):

$$\frac{d}{dt} [C][v] + [G][v] + \int_0^t [R_0][v] dt = [i] \quad (2.4)$$

em que i é o vetor corrente de excitação, v são as tensões ao longo das arestas dos tetraedros e t é o tempo. Já $[C]$, $[G]$ e $[R_0]$ são as matrizes de capacitâncias, condutâncias e relutâncias magnéticas, respectivamente, em que seus elementos são definidos por:

$$C_{p,q} = \int_V \epsilon \cdot \vec{W}_p \cdot \vec{W}_q dV \quad (2.5)$$

$$G_{p,q} = \int_V \sigma \cdot \vec{W}_p \cdot \vec{W}_q dV + \oint_{R_s} \frac{1}{R_s} (\hat{n} \times \vec{W}_p) \cdot (\hat{n} \times \vec{W}_q) dS \quad (2.6)$$

$$R_{0,p,q} = \int_V \frac{1}{\mu} (\nabla \times \vec{W}_p) \cdot (\nabla \times \vec{W}_q) dV \quad (2.7)$$

em que $p, q = [1 \dots 6]$ representam as arestas do tetraedro e V o seu volume.

Na equação (2.6), as diferentes condições de contorno para as estruturas simuladas são aplicadas em R_s , que é a resistência superficial do contorno para um domínio tridimensional ou resistência linear para um domínio bidimensional. A Tabela 1 mostra algumas condições de contorno, sendo que PEC (*Perfect Electrical Conductor*) indica um condutor elétrico perfeito, ABC (*Absorbing Boundary Condition*) indica uma condição linear de absorção e PMC (*Perfect Magnetic Conductor*) considera a região como condutor magnético perfeito. Vale ressaltar que a condição de PEC ($R_s = 0$), faria com que a matriz de condutância G tendesse ao infinito. Então, para simular essa condição nos cálculos utiliza-se um valor muito pequeno, onde $R_s = 10^{-6}$ é apropriado na maior parte dos casos.

Tabela 1 – Valores para as condições de contorno R_s .

Condição de Contorno	PEC	ABC	PMC
R_s	0	$\sqrt{\mu/\epsilon}$	∞

As matrizes C , G e R_0 abrangem dados construtivos dos materiais (ϵ , σ , μ) e da geometria dos elementos, considerando que \vec{W}_p são as funções de base que descrevem os elementos geometricamente. Também, resalta-se que se a função de base utilizada na expansão do campo elétrico é elemento da aresta de Whitney (SCHMIDKE, 2006), então os coeficientes v_p representam fisicamente as diferenças de potencial elétrico entre os nós dos tetraedros. As parcelas \vec{W}_q são funções de ponderação (peso) que surgem da aplicação do Método de Galerkin.

Portanto, conhecendo-se a geometria e as características dos materiais do problema a ser resolvido,

então as matrizes $[C]$, $[G]$ e $[R_0]$ podem ser determinadas. Ao aplicar um sinal elétrico na forma de pulso de corrente i e definir a resolução do problema numérico, determinam-se as diferenças de potencial v nas arestas do tetraedro. Uma vez que a equação da onda (2.4) foi obtida, ela pode ser resolvida para as tensões dependentes do tempo t como resposta da corrente de excitação i . Finalmente, aplicando-se o Método de Newmark (ARTUZI JR., 2005), faz-se a discretização temporal do problema.

B. O capacitor de cilindros coaxiais

O capacitor de cilindros coaxiais é constituído de duas placas cilíndricas com raios diferentes e, usualmente, de mesmo comprimento. As dimensões do capacitor são dadas pelo comprimento L dos cilindros, o raio do cilindro maior R_1 e do cilindro menor R_2 . A capacitância resultante pode ser aproximada analiticamente (HALLIDAY *et al.*, 2011), conforme a relação matemática:

$$C = 2\pi \epsilon_r \epsilon_0 \frac{L}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} \quad (2.8)$$

onde ϵ_r é a constante dielétrica do material entre as placas do capacitor e ϵ_0 é a permissividade elétrica do vácuo ($8,854 \times 10^{-12}$ F/m). A Figura 2 ilustra a forma do capacitor de cilindros coaxiais e as suas dimensões.

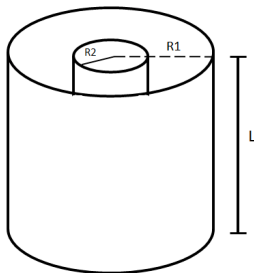


Figura 2 - Representação de um capacitor de cilindros coaxiais

III. PROCEDIMENTOS

Para comparar da capacitância calculada através do método FETD em relação ao método analítico, foram utilizadas duas abordagens. A primeira calcula a capacitância através do método FETD não considerando o efeito de borda do capacitor. Assim, o domínio computacional da simulação considera apenas o volume formado pelo capacitor, desconsiderando o espaço ao redor das suas placas, onde se localizariam linhas de campo elétrico de efeito de borda. A segunda abordagem considera o volume do capacitor mais o espaço formado por 20 mm acima, abaixo e em volta do mesmo. Desta forma, as linhas de campo elétrico que surgem devido ao efeito de borda são contabilizadas nas simulações.

Para quantificar os desvios que o efeito de borda causa nas medidas de capacitância em função do comprimento L do capacitor de cilindros coaxiais e do método de cálculo, cinco capacitores com as dimensões mostradas na tabela 2 foram utilizados para realizar a comparação. Considerando-se que o método analítico considera as dimensões infinitas do capacitor, prevê-se que quanto maior for o comprimento L do capacitor, menor será o desvio da capacitância

calculada analiticamente em relação às simulações utilizando o método FETD que considera o efeito de borda.

Tabela 2 – Dimensões do capacitor de cilindros coaxiais utilizado para os cálculos e simulações.

Raio Maior R1 (mm)	Raio Menor R2 (mm)	Comprimento L (mm)				
27	10	10	50	100	300	500

Em todos os cálculos, o valor utilizado para a permissividade elétrica do vácuo (ϵ_0) foi $8,8540 \times 10^{-12}$ F/m. A permissividade relativa do ar (ϵ_r) foi considerada 1,0006.

A permeabilidade magnética (μ_0) utilizada foi $1,2570 \times 10^{-6}$ H/m.

A. Modelagem computacional

Para modelar computacionalmente o problema utilizando o método FETD, três etapas devem ser consideradas. A primeira fase, chamada de Pré-processamento consiste em modelar o problema através do desenvolvimento do domínio da simulação onde se desenha a estrutura e definem-se as suas características físicas e condições de contorno. Também, gera-se da malha de elementos finitos e define-se do passo de tempo e duração da simulação. A etapa de Processamento executa a montagem das matrizes que descrevem o problema, inicializa as funções, soluciona o sistema de equações e armazena as amostras. Na terceira etapa, o Pós-processamento, faz-se a avaliação das amostras e a visualização gráfica dos resultados de acordo com os objetivos da pesquisa.

A etapa de Pré-processamento é realizada utilizando-se o *software* GiD© (*Geometry & Data*) (CINME, 2003). O Método de Elementos Finitos aplicado pelo *software* foi baseado em um código adicional fornecido por Artuzi (ARTUZI JR., 2005). Este código aplica as características físicas do problema, suas condições de contorno e gera a malha tetraédrica.

As Figuras 3(a) e 3(b) exemplificam o domínio das simulações nas duas abordagens para verificar o efeito de borda no capacitor de cilindros coaxiais de 10 mm de comprimento. A Figura 3(a) mostra o domínio da simulação considerando apenas o volume do capacitor, enquanto que na Figura 3(b) o domínio considera o volume ao redor do dispositivo. Em verde e amarelo estão representadas as placas do capacitor, consideradas como PEC. As linhas em preto delimitam o domínio computacional da simulação (considerado ar). A fonte foi convencionalmente considerada como sendo a área da tampa superior formada pelos cilindros em todos os cálculos, conforme ilustrado na Figura 3(c).

Na formação da malha de tetraedros procura-se respeitar os critérios de dispersão e estabilidade numérica do método descrito por Kunz e Luebbers (1993). O princípio básico na determinação das dimensões do tetraedro (ou das arestas) é que ele seja bem menor do que o menor comprimento de onda da onda eletromagnética utilizada na simulação. De uma maneira geral, quanto menor o tamanho dos tetraedros, maior é a precisão da simulação. Entretanto, isso acarreta no aumento do tempo de processamento, já que se aumenta o número de elementos finitos para serem calculados dentro do domínio computacional da simulação. Neste trabalho, para gerar a

malha de elementos finitos foi convencionado o tamanho médio das arestas dos tetraedros em 5 mm, conforme ilustra a Figura 3(d). Este refinamento de malha foi o que resultou em desvios menores que 1% para o caso das simulações sem considerar o efeito de borda, em comparação com resultado através do método analítico.

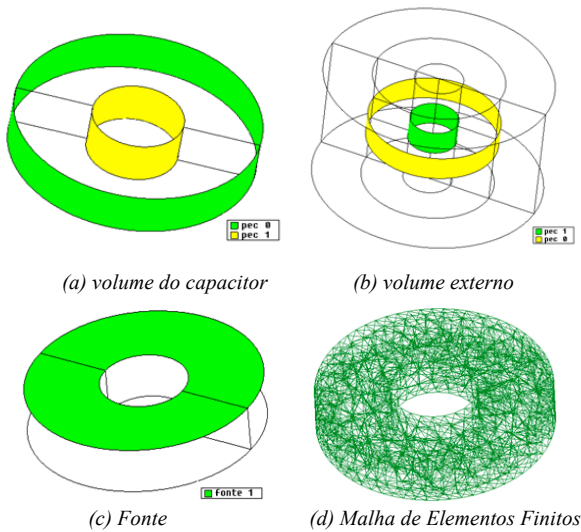


Figura 3 - Imagens dos elementos para a modelagem computacional do capacitor de cilindros coaxiais com 10 mm de comprimento (L)

O tempo de simulação foi considerando 40ns com passo de tempo (dt) de 0,01 ns. Vale ressaltar que o aumento do tempo de simulação ou a diminuição do passo de tempo também aumentam consideravelmente o tempo total de processamento.

Como resultado da fase de Pré-processamento um código para o MATLAB© (MATHWORKS) é gerado, contendo informações sobre a malha de elementos finitos e dados físicos do problema. Na etapa de Processamento, o código é executado, identificando as arestas dentro do domínio da simulação e são montadas as matrizes que resolvem o problema. Em seguida, as equações diferenciais são resolvidas discretamente.

Na etapa de pós-processamento a capacitância é calculada utilizando-se a própria definição que relaciona a quantidade de cargas q e o potencial eletrostático V (HALLIDAY *et al.*, 2011), de modo que:

$$C = \frac{q}{V} \quad (3.1)$$

Conhecendo-se a variação do potencial elétrico entre as placas do capacitor e a resistência da fonte de tensão, é possível obter os valores de carga instantâneos. Somando-se as cargas ao longo do tempo obtém-se a carga total q . Portanto, o cálculo realizado em Pós-processamento para o cálculo da capacitância foi:

$$C = \frac{\int \left(\frac{V_s - V_c}{R_{in}} \right) dt}{V_F} \quad (3.2)$$

onde V_s é o potencial elétrico aplicado pela fonte, V_c é o potencial elétrico final no capacitor, R_{in} é a resistência interna da fonte, V_F é o potencial eletrostático final do capacitor e dt é valor do passo de tempo da simulação.

B. Capacitor experimental

Um capacitor de cilindros concêntrico experimental foi construído para comparar os resultados das medidas práticas com os obtidos a partir dos cálculos pelos métodos FETD e analítico. Este capacitor foi construído utilizando dois cilindros de aço e uma base de polipropileno, feita especialmente em um torno mecânico. A base de polipropileno tem altura de 20 mm e tem a função de garantir a distância e evitar a livre movimentação das placas do capacitor. Considerou-se a constante dielétrica do polipropileno igual a 2,9 em todos os cálculos. Este valor condiz com valor típico para material termoplástico. A Figura 4 apresenta uma imagem do capacitor especialmente construído para as medidas experimentais. As suas dimensões estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas das dimensões do capacitor de cilindros coaxiais experimental.

Raio do Cilindro Maior (R1)	Comprimento do Cilindro Maior (L1)	Raio do Cilindro Menor (R2)	Comprimento do Cilindro Menor (L2)
27,16 mm	103,30 mm	10,40 mm	100,78 mm



Figura 4 - Capacitor de cilindros coaxiais desenvolvido para as medidas experimentais

As medidas de capacitância do capacitor de cilindros coaxiais experimental foram realizadas utilizando um Medidor LCR Agilent© 4263b. A tensão aplicada para as medidas foi de $1 V_{RMS}$ à frequência de 1 kHz, 10 kHz e 100 kHz. Os parâmetros de impedância utilizados na medição foram na modelagem $C_p - R_p$ (Capacitância em Paralelo e Resistência em Paralelo).

O capacitor experimental foi modelado pelo método FETD considerando-se o espaço ao redor do capacitor, contabilizando assim o efeito de borda. Também, foi considerada a base de polipropileno na tampa inferior dos cilindros (oposta à fonte). A diferença de comprimento dos cilindros também foi considerada, conforme indica a Tabela 2. A Figura 5(a) apresenta a imagem das placas do capacitor experimental modelado computacionalmente. A Figura 5(b) representa a base de fixação de polipropileno para as placas do capacitor. Esta base tem o formato de um cilindro com raio igual ao raio do cilindro maior do capacitor (R_1) e altura igual a 20 mm.

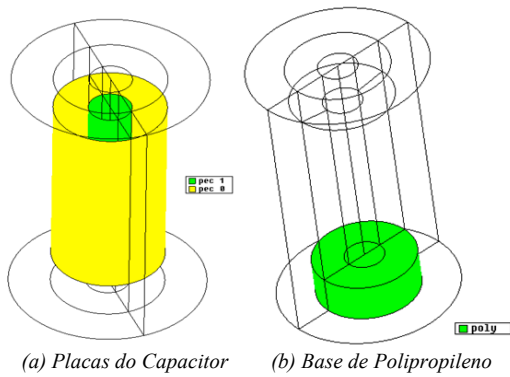


Figura 5 - Representação dos elementos do capacitor experimental dentro do domínio computacional da simulação

A modelagem computacional foi utilizada para calcular a capacitância do capacitor real considerando o efeito da base de polipropileno. Portanto, o espaço onde está localizada a base foi considerado como sendo ar em uma simulação e polipropileno em outra, quantificando efeito desta base na capacitância do capacitor de cilindros coaxiais.

V. RESULTADOS

A. Fonte

Em todas as simulações foi utilizada uma fonte que aplica um pulso do tipo cosseno levantado com 1 V de tensão elétrica de pico. O tempo de duração do pulso de tensão foi de 30ns. Este tempo foi utilizado, pois foi o valor mínimo para que a simulação convergisse para todos os casos simulados. Portanto, esse é a menor duração do pulso possível que não excita as frequências de ressonância das estruturas simuladas. O valor da resistência interna da fonte de tensão foi considerado 1 GΩ. O valor elevado tem o objetivo de manter a quantidade de carga do capacitor após pulso de tensão ser sido aplicado, evitando a descarga do capacitor através da fonte. Na Figura 6, o gráfico com o comportamento do pulso de tensão aplicado em função do tempo é apresentado.

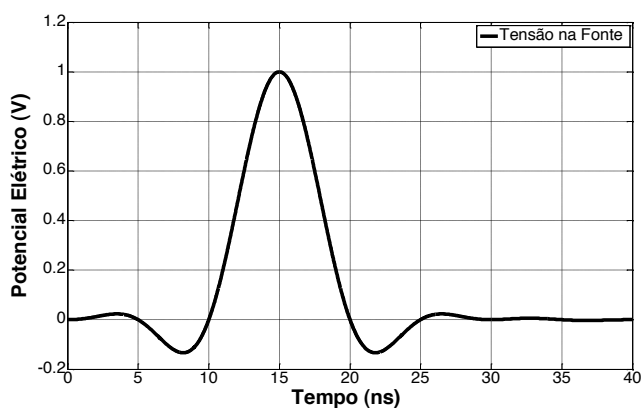


Figura 6 - Gráfico da tensão aplicada pela fonte nos capacitores ao longo do tempo de simulação

B. Tensão elétrica nos capacitores

Conforme visto anteriormente, para o cálculo da capacitância na equação (3.2) é necessário se conhecer o comportamento do potencial elétrico no capacitor ao longo do tempo de simulação. As Figuras 7 e 8 apresentam o

gráfico da variação deste potencial elétrico, conforme a variação no comprimento dos cilindros.

Observando-se as Figuras 7 e 8, nota-se que à medida que se aumenta o comprimento dos cilindros dos capacitores, menor é o potencial elétrico no capacitor. Isso ocorre devido aumento da superfície dos cilindros, que causa aumento do número de linhas de campo elétrico entre as placas do capacitor, proporcionando uma menor resistência ao fluxo de cargas elétricas provenientes da fonte. Portanto, levando-se em conta a definição de capacitância (3.1), confirma-se que o aumento do tamanho dos cilindros resulta no aumento da capacitância do dispositivo.

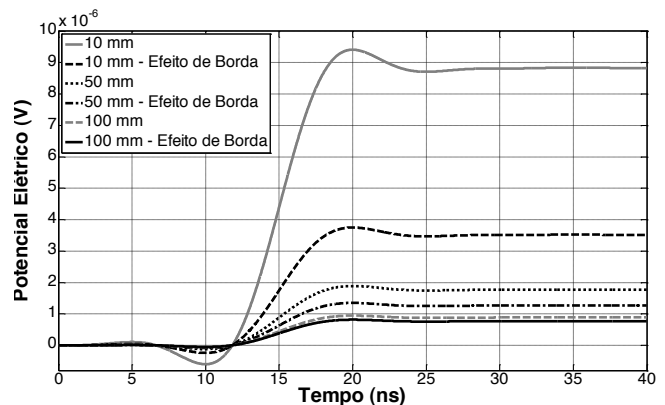


Figura 7 - Variação do potencial elétrico nos capacitores com comprimento (L) dos cilindros em 10 mm, 50 mm e 100 mm. Resultados comparativos em relação à influência do efeito de borda

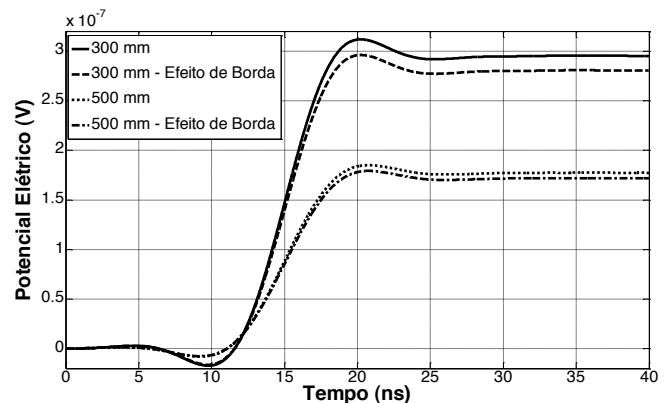


Figura 8 - Variação do potencial elétrico nos capacitores para os valores de comprimento (L) dos cilindros em 300 mm e 500 mm. Resultados comparativos em relação à influência do Efeito de Borda

Os resultados nas Figuras 7 e 8 indicam que o efeito de borda causa desvio na variação do potencial elétrico nos capacitores, especialmente quando o tamanho do capacitor é reduzido. Por exemplo, para o capacitor com 10 mm de comprimento (L), a presença do efeito de borda reduziu o potencial elétrico no capacitor a menos da metade, enquanto que o capacitor de 500 mm quase não sofreu variação. Isso indica que o efeito de borda é predominante quando o tamanho dos cilindros é menor, causando, relativamente, maior variação na capacitância final do dispositivo. Portanto, verifica-se que em muitos casos fenômeno do efeito de borda não pode ser desprezado no cálculo da capacitância.

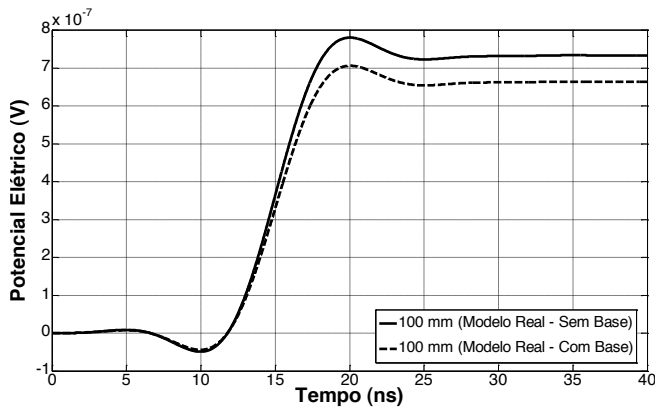


Figura 9 – Alteração do potencial elétrico simulado no capacitor de cilindros coaxiais devido à presença da base de polipropileno, considerando o efeito de borda

A Figura 9 mostra o efeito da base de polipropileno nas simulações do capacitor experimental. Nota-se que a presença da base de polipropileno causa redução significativa no potencial elétrico nas placas do capacitor. Portanto, a base de fixação não pode ser desprezada para se determinar capacitância total do dispositivo com boa exatidão.

A. Capacitâncias calculadas: Método FETD vs. Método Analítico

Os valores de capacitância dos capacitores de cilindros coaxiais foram calculados analiticamente através da equação (3.2) para cada valor de comprimento dos cilindros. As capacitâncias foram calculadas, conforme descrito nas seções anteriores, a partir da modelagem computacional (FETD) considerando e não considerando o efeito de borda. A Tabela 4 apresenta os valores de capacitância calculados através de cada modelo.

Tabela 4 – Valores de capacitância obtidos pelo cálculo analítico e método FETD. Em parênteses o desvio percentual calculado em relação à modelagem analítica. Em colchetes o tamanho médio das arestas dos tetraedros gerados pelo método computacional.

Compr. Dos Cilindros (L)	Relação Analítica	Método FETD Sem o efeito de borda	Método FETD Com o efeito de borda
10 mm	0,56 pF	0,57 pF (1,8%) [4,2 mm]	1,42 pF (153,6%) [4,7 mm]
50 mm	2,80 pF	2,82 pF (0,7%) [4,8 mm]	3,94 pF (40,7%) [4,9 mm]
100 mm	5,60 pF	5,63 pF (0,5%) [4,9 mm]	6,51 pF (16,3%) [4,9 mm]
300 mm	16,81 pF	16,92 pF (0,7%) [5,0 mm]	17,81 pF (5,9%) [5,0 mm]
500 mm	28,02 pF	28,16 pF (0,5%) [5,0 mm]	29,08 pF (3,8%) [5,0 mm]

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que o método FETD obtém resultados de capacitância próximos ao do método analítico quando não considera o efeito de borda. Nesse caso, o desvio médio é menor que 1% para todos os casos. Isso confirma que o método computacional está funcionando adequadamente.

Também, verifica-se que o aumento do comprimento dos cilindros diminui o desvio no valor da capacitância

calculada considerando o efeito de borda, em relação à modelagem analítica. Por exemplo, quando o comprimento dos cilindros é 10 mm, o erro devido ao efeito de borda é de 154%, enquanto que, quando o comprimento dos cilindros é de 500 mm, o erro é de 4%. Portanto, no capacitor de cilindros coaxiais, quando o comprimento (L) dos cilindros é muito maior que o raio, o erro no valor da capacitância devido ao efeito de borda tende a ser menos significativo.

Ainda, nota-se que as diferenças de capacitância, comparando os resultados pela relação analítica com os resultados que pelo método FETD que consideram o efeito de borda, ficaram sempre próximas de 1pF para todos os valores de comprimento (L) dos cilindros. Esta diferença, quase constante, ocorre devido ao efeito de borda que ocorre devido à forma geométrica das placas e dimensões dos raios dos cilindros.

B. Comparação com capacitor experimental

As medidas experimentais ocorreram conforme indicado na seção II. Os valores apresentados na Tabela 5 foram obtidos através da média de dez medidas consecutivas para cada valor de frequência de medição do LCR. Para as dimensões do capacitor experimental, os resultados da capacitância calculada utilizando o método FETD e o da relação analítica (eq. 8) estão apresentados na Tabela 6. Para o cálculo da relação analítica foi utilizado o valor médio do comprimento (L1 e L2) dos cilindros apresentados na Tabela 3.

Tabela 5 – Resultados das medidas experimentais realizadas no capacitor prático nas três frequências de medição. Em parênteses o desvio padrão das medidas.

	1 kHz	10 kHz	100 kHz	Valor Médio
Capacitância	7,81 pF (0,05 pF)	7,80 pF (0,01 pF)	7,82 pF (0,01 pF)	7,81 pF (0,01 pF)

Tabela 6 – Resultados das capacitâncias calculadas analiticamente e pelo método FETD. Em parênteses o desvio percentual calculado em relação à modelagem analítica. Em colchetes o tamanho médio das arestas dos tetraedros gerados na modelagem computacional.

	Relação Analítica	Método FETD com o efeito de borda	
		Com a base	Sem a Base
Capacitância	5,92 pF	6,81 pF (15,0%) [4,7 mm]	7,53 pF (27,2%) [4,9 mm]

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6, verifica-se que o modelo analítico não determina adequadamente o valor da capacitância do capacitor de cilindros coaxiais experimental, sendo 27% menor que modelagem computacional que considera a base do capacitor. Isso ocorre, porque o modelo analítico negligencia o efeito de borda nas placas do capacitor. Este efeito fica ainda mais acentuado devido à base de polipropileno do capacitor, que aumenta capacitância devido às suas características dielétricas.

Quando não se considera a base de polipropileno na modelagem computacional (considerando-se ar no lugar da base), verifica-se que o valor da capacitância simulada se aproxima do valor determinado através do método analítico, sendo o desvio reduzido para 15%.

Ainda pela Tabela 6, verifica-se que o uso da base de polipropileno na modelagem computacional aumenta a capacitância do capacitor em 0,72 pF, ou seja, 12,2% em relação ao valor calculado com a relação analítica.

Entretanto, quando se compara o resultado obtido a partir da modelagem computacional (Tabela 6) em relação às medidas experimentais (Tabela 5), verifica-se que os resultados se aproximam. Considerando o valor médio das capacitâncias medidas com as diferentes frequências de medição (7,81 pF), a variação, em relação aos cálculos pelo método FETD que considera a base de polipropileno (7,53 pF), ficou em 0,28 pF. Esse desvio representa um erro de 3,6% em relação ao valor médio das medidas de laboratório.

As diferenças entre as medidas experimentais e os valores simulados pelo FETD podem ser justificadas devido modelo computacional não considerar todo espaço ao redor do capacitor, onde ainda podem existir mais linhas de efeito de borda (campo elétrico) que aumentam a capacitância do dispositivo. Também, não se conhece o valor exato da constante dielétrica do polipropileno utilizado na simulação. Este valor pode alterar significativamente o resultado no método FETD. Além disso, existem os erros do processo de medição e calibração do medidor LCR utilizado em laboratório.

IV. CONCLUSÃO

Inicialmente, comparou-se a capacitância de capacitores de cilindros coaxiais utilizando-se a formulação analítica (comprimento infinito) e o método computacional FETD, onde o efeito de borda foi desconsiderado. Verificou-se que estes métodos podem ser considerados equivalentes, já que o desvio médio encontrado entre eles foi menor que 1%. Entretanto, quando se compara o método analítico com o método FETD em que se considera o efeito de borda, nota-se que o desvio do modelo analítico é excessivo, especialmente quando o comprimento dos cilindros do capacitor tende a ser finito (pequeno). Assim, evidenciou-se o desvio do método analítico, pois este negligencia o efeito de borda no cálculo da capacitância, apresentando exatidão limitada.

O Método de Elementos Finitos no Domínio do Tempo apresentou a vantagem de se poder simular, também, a utilização da base de polipropileno no capacitor experimental, podendo-se verificar o seu efeito. A base de polipropileno, mesmo que pequena, teve influência significativa na medida da capacitância. Ela foi responsável por cerca de 45% do desvio da capacitância, quando comparada à modelagem analítica. Sendo os outros 55% do desvio causado pelo fenômeno do efeito de borda. A presença da base de polipropileno aumentou em aproximadamente 10% a capacitância do dispositivo, sendo este efeito também verificado nas medidas de laboratório.

Comparando-se os resultados obtidos para o capacitor de cilindros coaxiais utilizando o FETD, considerando-se o efeito de borda e a base de polipropileno, com os resultados medidos experimentalmente, verificou-se que os valores são próximos, sendo encontrado desvio de 3,6%.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTUZI JR., W. A.. Improving the Newmark Time Integration Scheme in Finite Element Time Domain

Methods. **IEEE Microwave and Wireless Components Letters**, v. 15, n. 12, p. 898-900, dez. 2005.

CINME. **GiD: The personnel pre and postprocessor**. Version 7.2: International Center of Numerical Methods in Engineering, 2003.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J.; WALKER, J. **Fundamentals of Physics**. 9ª ed. Hoboken, NJ, EUA: J. Wiley & Sons, 2011. p. 656-661.

HEGG, M. C.; MAMICHEV, A. V. Influence of Variable Separation on Fringing Electric Fields in Parallel-Plate Capacitors. In: **IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRICAL INSULATION**, 2004, Indianapolis, IN, EUA. Anais. Indianapolis: IEEE, 2004. p. 384-387.

KUNZ, K. S.; LUEBBERS, R. J. **The Finite Difference Time Domain Method for Electromagnetics**. 1ª ed. New York: CRC Press, 1993. 464 p.

MATHWORKS. **MATLAB: The Language of Technical Computing**. The Mathworks, Inc.

SCHMIDKE, W. **Tratamento de Singularidades em Estruturas Condutoras para o Método FETD**. 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

WEBB, J. P. Edge Elements and What They Can Do For You. **IEEE Transactions on Magnetics**, v. 29, n. 2, p. 1460-1465, mar. 1993.

XAVIER, A. L. Modelagem computacional em problemas de eletrostática: efeito de campos de borda em capacitores cilíndricos fínitos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2007.

VI. COPYRIGHT

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