

Soldebras

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 9 - Nº 101 - Maio/ 2014

ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL

Nesta edição

| | |
|---|----|
| AVALIAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS A PARTIR DE INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA E NÍVEIS DE BTEX NA REGIÃO PORTUÁRIA DE BELÉM – Hebe Morganne Campos Ribeiro; Ailson Renan Santos Picanço; Guindisalvo Piratoba Morales | 04 |
| RECONHECIMENTO ÓTICO DE CARACTERES PARA RECONHECIMENTO DAS SINALIZAÇÕES VERTICAIS DAS VIAS DE TRÂNSITO – Samuel Luz Gomes; Elizângela de Souza Rebouças; Pedro Pedrosa Rebouças Filho | 09 |
| A CONTINGÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO E A PARTICIPAÇÃO EM CONSELHOS DE DESENVOLVIMENTO RURAL – Daniel Ferreira da Silva; Pedro Selvino Neumann; Kênia Cristina Pontes Maia; Caroline Salezzi Bonfá | 13 |
| INCIDÊNCIA DA TUBERCULOSE ASSOCIADA ÀS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS E AMBIENTAIS EM CAMPINA GRANDE-PB – Luciana de Luna Costa; Renilson Targino Dantas | 19 |
| EDUCAÇÃO INFANTIL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL – UM OLHAR SOBRE A INSERÇÃO DO LÚDICO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM AS QUESTÕES AMBIENTAIS PARA AS CRIANÇAS DA EDUCAÇÃO INFANTIL – Fernanda Siqueira dos Santos; Edmar Reis Thiengo | 25 |
| EDUCAÇÃO E CIDADANIA: INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO TÉCNICO E TECNOLÓGICO – Soraya Tatiara Costa Lopes Chicar; Maria D’alva Macedo Ferreira | 29 |
| ESTIMATIVA DE ALTURA, DIÂMETRO E NÚMERO DE FOLHAS EM PUPUNHEIRAS PARA PALMITO, SUBMETIDAS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO, NA AMAZÔNIA – Raimundo Cajueiro Leandro; Kaoru Yuyama; Elaine Cristian Sousa Coelho; José Maria Thomaz Menezes; Izabela de Lima Feitosa . | 34 |

| | |
|---|-----|
| ESTIMATIVA DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO DENDEZEIRO (ELAEIS GUINEENSIS JACQ.) POR MARCADORES RAPD EM ÁREA DE OCORRÊNCIA DA DOENÇA AMARELECIMENTO FATAL – Maria Rosa Travassos da Rosa Costa; Alessandra de Jesus Boari; Andrea Cristina Rodrigues Fortes; Sidney Vasconcelos do Nascimento | 40 |
| AUTOMATED METHOD FOR CFU COUNTING IN PETRI DISHES – Gabriel Marcelino Alves; Paulo Estevão Cruvinel; Heliana de Azevedo Franco do Nascimento | 44 |
| ANÁLISE AMBIENTAL EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA LOCALIZADA EM UM NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – Danilo Duarte Costa e Silva; Carla L. de F. C. Silva | 50 |
| APLICABILIDADE DE SISTEMAS MRP NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO – Guilherme Bastos Balbinot; Marcelo Gechele Cleto; Adriana de Paula Lacerda Santos | 55 |
| RECRUTAMENTO ALVEOLAR EM PACIENTE PORTADOR DA SÍNDROME DA ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA AGUDA; ESTUDO DE CASO – Marcelo Rocha Soares da Silva | 63 |
| A GESTÃO DO CONHECIMENTO E OS NOVOS DESAFIOS DA APRENDIZAGEM NO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL – Victor Hugo de Barros Nóbrega | 67 |
| REFLEXÕES SOBRE AS DIFICULDADES NO DESENVOLVIMENTO DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA ESCOLA-COMUNIDADE – Adailton Souza Aguilar; Emanuel Vieira Pinto; Juliana Gusmão de Souza Gonçalves; Leonardo Pimentel de Andrade; Marcelo José de Souza; Thiago Tavares Branco | 73 |
| REFLEXÕES SOBRE A CRIANÇA, O BRINCAR E A EDUCAÇÃO INFANTIL – Fernanda Siqueira dos Santos; Edmar Reis Thiengo | 77 |
| DIFERENTES OLHARES DA POLÍTICA SOCIAL: ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS ORGANIZAÇÕES – Wellington Alvim da Cunha; Reinaldo Antônio Bastos Filho; Edson Arlindo Silva | 85 |
| ECODESIGN: UM NOVO CAMINHO PARA A SUSTENTABILIDADE PROPORCIONADO PELO PODER CONSTRUTIVO DO DESIGN DE PRODUTO – Alberto Felipe Bezerra da Silva; Paulo Ricardo do Nascimento; Gleyce Rayane S. Silva; Yasmim Paes Martins | 91 |
| TABELA DE VIDA ESTÁTICA DE <i>Dermestes maculatus DeGeer</i> , 1774 EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO – Natalia Castejon Savordelli; Afonso Pelli | 95 |
| DIGNIDADE HUMANA: UM ESTUDO SOBRE O PROCESSO DE REINTEGRAÇÃO SOCIAL DO PRESO – Adailton Souza Aguilar; Cristiane Pereira Oliozi dos Santos; Gabriel Faria Pedroza | 99 |
| PARADIGMAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE: COMPARAÇÃO ENTRE ABORDAGENS ORIENTADA A EVENTOS E ORIENTADA A NOTIFICAÇÕES – Robson D. Xavier; João A. Fabro; Paulo C. Stadzisz; Jean M. Simão | 103 |
| ESFORÇOS DO E-COMMERCE BRASILEIRO NA RETENÇÃO DE CLIENTES – Kanan Martins De Moraes; Alexandre Luzzi Las Casas | 112 |
| DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PINHÃO-MANSO (<i>Jatropha curcas L.</i>) SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E SOMBREAMENTOS – Marcelo do Nascimento Araújo; Bárbara França Dantas | 116 |
| CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE BASTÃO DO IMPERADOR POR MARCADORES MOLECULARES RAPD – Maria Rosa Travassos da Rosa Costa; Marli Costa Poltronieri; Andrea Cristina Rodrigues Fortes; Sidney Vasconcelos do Nascimento | 123 |
| UMA NOVA EDUCAÇÃO: UM ESTUDO SOBRE OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO E AS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO FUNDAMENTA E MÉDIO – Adailton Souza Aguilar; Cristiane Pereira Oliozi dos Santos; Gabriel Faria Pedroza; Benedito Borel Conceição | 127 |

| | |
|--|-----|
| DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS EM UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO – Fernando César Rodrigues Brito; Rafaella Maria Monteiro Sampaio; Ana Luiza Rezende de Ferreira; Marta da Rocha Moreira; Iramaia Bruno Silva Lustosa; Ana Carolina Montenegro Cavalcante; Mariana Carvalho Freitas | 131 |
| AValiação DO ÓLEO DE CÁRTAMO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL – Mariane Abreu Silveira; Alberto Kazushi Nagaoka; Pedro Castro Neto; Fernando Cesar Bauer | 135 |
| MODELAGEM DA PARTIÇÃO DE MATÉRIA SECA DE FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DA NECESSIDADE TÉRMICA – Vivian Dielly da Silva Farias; Paulo Jorge Oliveira Pontes Souza; Marcus Jose Alves de Lima; Rosalva Dantas Freitas Brito; Deborah Aline Lima da Silva | 139 |
| MINIMIZANDO OS DESLIGAMENTOS CAUSADOS POR GAMBÁS (<i>Didelphis sp</i>) EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS – Carlos Jared; Hana Suzuki; Marta Maria Antoniazzi; Erika Hingst-Zaher; Monica Cavaleiro | 145 |
| CONSIDERAÇÕES SOBRE RELAÇÕES ENTRE POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS E TURISMO – Tassiana Hille Pace; Leticia Peret Antunes Hardt | 152 |
| DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BASE DE DADOS ATRAVÉS DE META-HEURÍSTICA GRASP – UMA PROPOSTA PARA EXTRAÇÃO DE REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO – Genival Pavanelli; Maria Teresinha Arns Steiner; Anderson Roges Teixeira Góes; Alessandra Memari Pavanelli; Deise Maria Bertholdi Costa | 160 |
| PROGRAMMING PLANTATION LINES ON DRIVERLESS TRACTORS – Antonio Elias Fabris; Marcelo Zanchetta do Nascimento; Valério Ramos Batista | 167 |
| OBTENÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO ATRAVÉS DO MODELO MATEMÁTICO HIPERCUBO DE FILAS COM PRIORIDADES APLICADO AO SERVIÇO DE ATENDIMENTO EMERGENCIAL MÓVEL EM CURITIBA-PARANÁ – Alessandra Memari Pavanelli; Deise Maria Bertholdi Costa; Genival Pavanelli; Maria Teresinha Arns Steiner; Paulo Henrique Siqueira | 173 |
| ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO OPORTUNIDADE PARA O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO – Mariana Pires Magalhães; Cláudio Homero Ferreira da Silva; Marco Aurélio Dumont Porto | 181 |
| BIOMASSA RESIDUAL PARA A COGERAÇÃO – Mônica Oliveira de Araújo Mabub; Cláudio Homero Ferreira da Silva; Marco Aurélio Dumont Porto | 189 |
| MÉTODO PARA DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO BASEADO NA ENGENHARIA DE VALOR E DFA EM UM AMBIENTE DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA – Paulo Henrique Palma Setti; Osiris Canciglieri Júnior | 198 |

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

AVALIAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS A PARTIR DE INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA E NÍVEIS DE BTEX NA REGIÃO PORTUÁRIA DE BELÉM

HEBE MORGANNE CAMPOS RIBEIRO¹; AILSON RENAN SANTOS PICANÇO¹;
GUINDISALVO PIRATOBA MORALES¹
1 – UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
hebemcr@gmail.com

Resumo - A Amazônia sempre despertou grande interesse do mundo, hoje com uma crise na escassez de água doce pelo planeta, mais ainda se verifica a preocupação com essa região. Sendo o Brasil o possuidor da maior reserva de água doce, é neste cenário que a Amazônia desponta como possuindo mais da metade da reserva brasileira. Porém como não é área de tradição na produção de petróleo, há carência de estudos relativos aos níveis de concentração dos contaminantes oriundos desse tipo de atividade. A proposta deste trabalho visa analisar os Níveis de Compostos Orgânicos Derivados de Petróleo (BTEX) no Entorno da Zona Portuária de Belém – PA, para fins de monitoramento juntamente com a legislação vigente, de acordo com o decreto 518 de março de 2004 e a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, a fim de montar um retrato da real condição do referido corpo hídrico sob a influência da pressão urbana e dos resíduos líquidos lançados em seu entorno.

Palavras-chave: BTEX. Qualidade de Água, Zona Portuária.

I. INTRODUÇÃO

A contaminação ambiental por derrame de petróleo, lavagem de porões de navios petroleiros, estocagem de combustíveis em zonas portuárias, etc., vem merecendo cada vez mais atenção, tanto da população em geral como dos órgãos estaduais e federais de controle ambiental, tais compostos são solúveis e, mesmo em concentrações muito baixas, conferem gosto e odor às águas, tornando-as impróprias para diversos usos. Os compostos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) e outros hidrocarbonetos presentes nos combustíveis, são extremamente prejudiciais à saúde (tóxicos, carcinogênicos, mutagênicos). Derramamentos de óleo podem causar grandes impactos ambientais e econômicos. Dependendo da amplitude e gravidade do evento é exigida atuação local, regional, nacional ou internacional, sendo fundamental que haja planejamento e preparo anterior às ocorrências para obtenção de sucesso no combate e minimização de danos (SOUZA FILHO, 2006).

A dispersão do óleo nas águas atinge localidades até mesmo muito distantes do raio em que há a contaminação, trazendo sérias consequências para populações que vivem no percurso de rios ou litoral. Concentrações de BTEX em

ppb (parte por bilhão) desse contaminante atinge consequências de altas magnitudes quando estão em valores além do permitido pela resolução 357 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Os compostos aromáticos do tipo BTEX pertencem ao grupo de compostos orgânicos voláteis, concentrando-se preferencialmente no ar e no solo, mas em função da sua mobilidade pode colocar em risco ao uso da água.

Como muitos poluentes orgânicos são voláteis e biodegradáveis, é necessário que o monitoramento destes poluentes seja feito através da quantificação de derivados de petróleo, que permaneçam associados aos sedimentos. Tendo como objeto de pesquisa os compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis, principalmente os compostos do grupo BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno). Neste sentido, as contaminações por hidrocarbonetos derivados de petróleo em zonas portuárias têm sido alvo de inúmeras pesquisas e constituem um desafio para os profissionais de meio ambiente, dada a complexidade dos fenômenos hidrodinâmicos, hidrológicos, geoquímicos e bioquímicos que são catalisados a partir da inserção destes compostos no ambiente (AZAMBUJA *et al.*, 2000). Os estudos analíticos com matrizes ambientais, notadamente, água e solo, são grandes aliados para a identificação de áreas contaminadas, bem como para seu monitoramento.

Conforme aponta, Souza Filho (2006) as regiões costeiras apresentam riscos mais acentuados pela maior concentração de instalações de operação com petróleo, maior quantidade de dutos e volume consideravelmente superior de tráfego de navios transportando óleo. A implementação de Planos Nacionais de Contingência (PNC) é vital para garantir proteção a esses ecossistemas, já fragilizado pela instalação e operação de portos e outras atividades, minimizando os danos que possam ser provocados por incidentes.

O estudo está direcionado ao porto do Terminal Petroquímico de Miramar localizado na margem direita da baía de Guajará a uma distância de 5 Km do Porto de Belém. O porto em questão nesse trabalho apresenta características particulares quanto ao assunto de avaliação em contaminação de suas águas superficiais entorno da zona portuária, pois no porto de Miramar o terminal foi projetado

para movimentar inflamáveis líquidos (óleo diesel, querosene para avião, gasolina comum, etc.) e gasosos (GLP – Gás Liquefeito de Petróleo) e sempre a descarga predominou em relação ao embarque e desembarque desses produtos.

Desta forma, esta pesquisa de avaliação das águas amazônicas, que se iniciou em 2010, visa à composição do quadro ambiental da região, no que se refere medição da concentração de BTEX, permitirão formar uma base para promover avaliações comparativas e assim poder analisar um quadro de possível degradação ambiental, e servirão de parâmetros para futuras medições realizadas nessa região. Assim, este artigo tem como objetivos avaliar a qualidade da água do entorno da Zona Portuária de Belém, decorrente das atividades portuárias, sobretudo no que se refere ao Terminal de Miramar. Tem ênfase no estudo dos níveis de BTEX a respeito do estudo de contaminação das águas por derivados de petróleo. Para tanto pretende-se:

- Estabelecer parâmetros para o monitoramento ambiental de qualidade de água;
- Definir zonas de impactos e zonas de background;
- Analisar a qualidade da água utilizando os parâmetros dos hidrocarbonetos voláteis do Grupo BTEX nas zonas portuárias estudadas;
- Analisar a qualidade das águas, a partir dos seguintes parâmetros ambientais: pH, condutividade, turbidez, temperatura, OD, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

II. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O terminal Petroquímico Nicolau Bentes Gomes (Terminal de Miramar) está localizado na margem direita da Baía de Guajará, a uma distância de aproximadamente 5 Km do porto de Belém. Seu acesso hidroviário se dá através do estuário do Rio Amazonas, do qual faz parte a Baía de Guajará. O acesso terrestre é feito pela rodovia Artur Bernardes que se liga a BR-316 e daí a malha rodoviária brasileira (CDP, 2001).

Este terminal foi projetado para movimentar cargas de produtos inflamáveis líquidos e gasosos, sempre predominando a descarga em relação ao embarque de produtos, já que grande parte do que é desembarcado no terminal é consumido na cidade de Belém e por rodovia, através de caminhões tanque, o interior do Estado também é abastecido (CDP, 2001).

As cargas predominantes no Terminal de Miramar são óleo diesel, GLP, querosene para avião, gasolina comum e mistura de MF-380, todos os produtos derivados do petróleo, com grande potencial para contaminação devido a presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA'S), benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno (BTEX) e também por estes produtos conterem metais pesados associados. (CDP, 2001)

Apesar do Terminal de Miramar movimentar a mais de 30 anos, grande quantidade de produtos derivados do petróleo, não se tem registro, até os dias atuais, de nenhum acidente envolvendo estes tipos de produto, salvo alguns casos de balsas que transportavam combustíveis e naufragaram (caso da balsa Miss Rondônia em março de 2000). A falta de registro de outros acidentes envolvendo combustíveis (derivados de petróleo) pode estar ligada ao fato do Estado não possuir exploração de petróleo e portando não se tem tradição no monitoramento mais acurado deste tipo de situação. Todavia

sabe-se que os recursos hídricos, principalmente a Baía de Guajará, por servir de hidrovia para diversas embarcações, acabam se tornando o local preferencial para o despejo de resíduos dos porões dos navios.

A baía de Guajará tem recebido uma grande quantidade de efluentes dos cursos d'água que drenam a cidade de Belém. Especificamente a região do Terminal de Miramar, além de receber sedimentos provenientes da ação do fluxo e refluxo da maré na baía, recebe também efluentes provenientes da microbacia do Una.

A importância do estudo de derivados de petróleo especificamente do grupo BTEX no corpo hídrico da Baía de Guajará, em específico nos portos de Belém e de Vila do Conde, é de grande relevância ambiental, visto que hoje nesta região não há um estudo onde se possa conferir nem comparar parâmetros da ocorrência desses parâmetros nessas águas. A proposição deste trabalho vem ao encontro da necessidade ambiental de levantar dados para o monitoramento do BTEX, bem como também a necessidade do Corpo de Bombeiros, através da Defesa Civil do Estado, se preparar para atuar em um possível futuro derrame de petróleo e/ou seus derivados estabelecendo níveis de contaminação por BTEX nesta região.

Na ocorrência de um derrame de grandes proporções provavelmente causará grandes impactos ambientais. Dependendo da quantidade de óleo e das condições de marés, o sistema de captação de água do rio Guamá que abastece os lagos Água Preta e Bolonha pode ser atingido, o que acarretará em sérios problemas ao abastecimento da cidade de Belém.

III. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Os métodos para o desenvolvimento deste compêndio se deram através da escolha de alguns pontos que pudessem descrever o universo estudado. Tais pontos foram selecionados através de uma carta de navegação aérea, e plotados em uma imagem de satélite para posteriormente em campo ser georeferenciados através de um aparelho GPS. Depois de escolhidos e registrados foram coletadas amostras de água da superfície. Os métodos de análise de qualidade de água seguiram as técnicas analíticas internacionais estabelecidas pela EPA (Environmental Protection Agency) para a análise dos hidrocarbonetos. Assim, foram selecionados pontos de coletas que possam representar contrastes na zona portuária da cidade em estudo. A escolha dos pontos de coleta se deu a partir da observação *in loco* dos eventuais pontos de riscos de contaminação por BTEX, sobretudo nas cercanias de portos e do terminal de Miramar.

A coleta, preservação, transporte e análises laboratoriais, seguirão as orientações de Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater; NBR 9897/1987, que trata sobre planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores; NBR 9898 /1987, que trata sobre preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores e EPA (Environmental Protection Agency) para coleta dos hidrocarbonetos.

Tabela 1 – Resultados de Níveis de BTEX

| Ponto | Data | Hora(h) | Localização geográfica |
|-------|------------|---------|---------------------------------------|
| P1 | 01/12/2010 | 09:37 | Lat 01°24'22,57" Long 48°29'45,68" |
| P2 | 01/12/2010 | 09:44 | Lat 01°24'49,52" Long 48°29'43,26" |
| P3 | 01/12/2010 | 09:57 | Lat 01°26'23,79" Long 48°29'47,57" |
| P4 | 01/12/2010 | 10:04 | Lat 01°27'07,49" Long 48°30'19,72" |
| P5 | 01/12/2010 | 10:09 | Lat 01°27'16,48" Long 48°30'22,63" |

Esses pontos, na Baía de Guajará, podem ser visualizados no mapa a seguir:

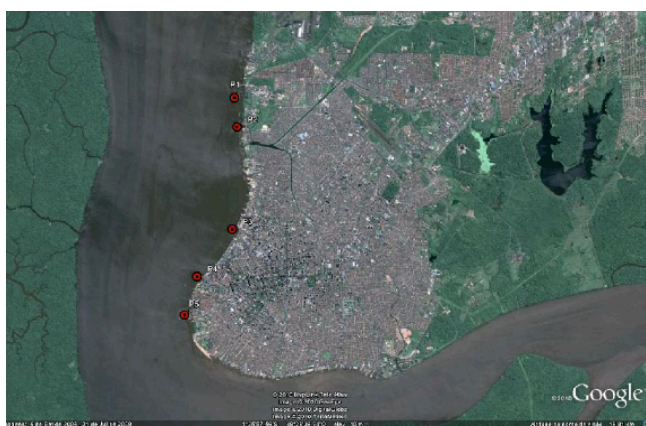


Figura 1 – Imagem de satélite mostrando a localização dos pontos de coleta das amostras

São utilizados nesse estudo os parâmetros referidos da Portaria 518 do Ministério da Saúde e os parâmetros e padrões de qualidade para águas classe II e efluentes descritos nos arts.14, 15 e 34 da Resolução CONAMA 357 de março de 2005. As análises laboratoriais para BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos) o método 502.2 da EPA - Volatiles in Water by Purge and Trap-CG-Pid, por cromatografia gasosa estabelecida tanto para extração quanto para qualificação.

Na avaliação de qualidade dos recursos hídricos os resultados laboratoriais foram utilizados para avaliar a qualidade dos recursos usados para o consumo humano segundo alguns índices de qualidade de água estabelecidos pela CETESB onde procura sintetizar os números resultantes das análises para controle da qualidade. Consideraram-se os limites estipulados pela Resolução n.º 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seus usos preponderantes.

O escopo deste trabalho foi a proposição da análise de um corpo hídrico para obtenção de parâmetros de concentração de BTEX, como procedimentos adotados neste trabalho, foram analisados os hidrocarbonetos aromáticos, benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno (BTEX), seguindo o processo de extração com diclorometano por 30 minutos em ultrassom (3 vezes). O solvente é evaporado utilizando evaporador rotativo à pressão reduzida.

Os hidrocarbonetos voláteis foram separados dos demais compostos nas amostras por um sistema de extração e pré-concentração *Purge and Trap* e por microextração em fase sólida SPME, o que permitiu avaliar a metodologia mais eficiente e menos dispendiosa para a análise de voláteis orgânicos. Assim que o extrato com os compostos orgânicos ficaram prontos foi efetuada a injeção do mesmo no cromatógrafo a gás. Os demais hidrocarbonetos utilizaram o procedimento de Extração em fase sólida SPE. Para as amostras de água, foram utilizados os sistemas de extração e pré-concentração *Purge and Trap* e de microextração em fase sólida SPME para hidrocarbonetos voláteis e semi-voláteis. Os dois sistemas pré-concentraram os compostos orgânicos das amostras e posteriormente o produto da pré-concentração foi injetado no cromatógrafo a gás (GC/MS). A quantificação será realizada através de comparação com padrões orgânicos, mediante a metodologia convencionalmente utilizada.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos níveis de BTEX apontaram quem não apresenta quantidades significativas na água da baía, conforme elucida a Tabela 02:

Tabela 2 – Resultados de Níveis de BTEX

| PONTO | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | HORA | DATA | ÁGUA DOCE – CLASSE II (CONAMA 357/05) | | | |
|-------|---------------------------------------|-------|----------|---------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | | | | BENZENO 5µg/L | TOLUENO 2µg/L | ETILBENZENO 90µg/L | XILENOS 300µg/L p + m Orto |
| P1 | Lat 01°24'22,57" Long 48°29'45,68" | 09h37 | 01/12/10 | * | * | * | * |
| P2 | Lat 01°24'49,52" Long 48°29'43,26" | 09h44 | 01/12/10 | * | * | * | * |
| P3 | Lat 01°26'23,79" Long 48°29'47,57" | 09h57 | 01/12/10 | * | * | * | * |
| P4 | Lat 01°27'07,49" Long 48°30'19,72" | 10h04 | 01/12/10 | * | * | * | * |
| P5 | Lat 01°27'16,48" Long 48°30'22,63" | 10h09 | 01/12/10 | * | * | * | * |

Apesar de não ter sido encontrado níveis considerados de BTEX na área em estudo é importante a monitoração deste corpo hídrico concernente a concentração de hidrocarbonetos. Uma hipótese a ser considerada em relação ao resultado dar-se-á pelo fato da hidrodinâmica da baía, junto ao Rio Guamá e ao próprio oceano Atlântico, o que dispersa consideravelmente os dejetos ali lançados. Outro ponto a ser discutido, foi o período de realização da coleta (dezembro/2010), que na região amazônica se configura como período chuvoso. Disto, se recomenda a análise no período de estiagem. Outro fator decisivo para a obtenção do resultado exposto é a maresia acentuada nas águas da região, que dissipam com facilidade os compostos aromáticos. Então, recomenda-se que seja realizado um estudo de níveis de BTEX em sedimentos, para ter uma maior acurácia da dimensão real dos seus níveis.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados referentes aos pontos P1, P2, P3, P4 e P5, quanto aos parâmetros de qualidade de água analisados:

Tabela 3 – Resultados de Níveis de BTEX

| Pontos Coletados | Temperatura (°C) | Sólidos Totais (mg/L) | Oxigênio dissolvido (mg/L) | pH | Turbidez (NTU) | Condutividade (µS/s) | DBO (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | Nitrogênio Total (mg/L) | Coliformes Totais (NMP/mL) | Coliformes Fecais (NMP/mL) |
|------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-------|----------------|----------------------|------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| P1 | 30 | 755 | 5,44 | 6,8 | 36,23 | 1270 | 0,04 | 0,35 | 1,286 | 27 | 79 |
| P2 | 30 | 630 | 5,44 | 7 | 31,66 | 1149 | 2,99 | 0,31 | 1,585 | 79 | 79 |
| P3 | 30 | 485 | 5,6 | 6,9 | 0,25 | 839 | 3,03 | 0,29 | 1,219 | 17 | 17 |
| P4 | 30 | 365 | 5,12 | 7,1 | 16,87 | 630 | 0,73 | 0,18 | 1,342 | 34 | 34 |
| P5 | 30 | 295 | - | 6,9 | 16,78 | 565 | 0,86 | 0,15 | 1,354 | 540 | 1600 |
| CONAMA 357 | <40 | - | 4 | 6 à 9 | 100 | - | 5 | 0,05 | 2,18 | 250 | 250 |
| MS 514 | - | <1000 | - | - | 5 | - | - | - | - | Ausência em 100ml | |

V. CONCLUSÃO

Os estudos realizados na baía do Guajará referente à contaminação por hidrocarbonetos de compostos orgânicos, em especial os BTEX, não apresentaram dados relevantes para as leituras, porém em Vila do Conde os níveis gerais de hidrocarbonetos obtidos nas análises ficaram abaixo dos limites pré-estabelecidos para as concentrações de BTEX de acordo com o CONAMA 357. As águas ao entorno desta zona portuária apresentam-se em qualidade agradáveis de acordo com a legislação.

Todavia, no total de amostras analisadas não foi possível apresentar os níveis da linha de base (*baseline*) para hidrocarbonetos neste trabalho. Com isso, é possível dar suporte à continuidade de novas pesquisas relacionada ao assunto de BTEX em águas superficiais de zonas portuárias, necessitando de um melhor detalhe nas pesquisas de coletas em sazonalidades diferentes.

Apesar de não ter sido verificado níveis de BTEX na baía, os resultados das outras análises realizadas permitem inferir algumas proposições. Os níveis de fósforo totais, coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido (OD), apresentam valores superiores ao estabelecido pelo CONAMA 357. Da mesma forma que os coliformes fecais e totais, e a turbidez apresentam valores superiores a Resolução 518 do Ministério da Saúde de 2005.

O grande manuseio, transporte e outros meios de contaminação por derivados de petróleo em nossa região, nos trazem a assimilação de que a baía possui uma grande autodepuração de seus poluentes presentes, mas isso não seria motivo de que medidas preventivas e de controle devam ser tomadas para evitar possíveis acidentes ambientais que comprometam a falta desse recurso hídrico para as populações que se beneficiam com esta água, sendo a grande parte vulnerável e de risco encontrando-se ao entorno desses portos e terminais.

A melhor solução para um derrame de óleo é evitá-lo, mas se ele ocorrer é muito importante que aqueles que têm a responsabilidade de controlá-lo estejam cientes de que o dano ao meio ambiente pode ter uma dimensão muito grande se não for controlado com cuidado e rapidez. Por isso, a verificação e a fiscalização por parte dos órgãos competentes em relação ao controle de pequenos portos, embarcações, postos flutuantes e até mesmo empreendimentos de grandes portes seria de vital importância para evitá-los, principalmente utilizando instrumentos de comando e controle como planos de contingência e legislações vigentes.

Logo, o desempenho da análise do estudo voltado para as águas superficiais de zonas portuárias tiveram grande importância para o monitoramento da qualidade da água em relação à contaminação por BTEX em nossa região. O que

também necessitaria de constantes análises por partes das empresas que envolvem essas atividades comprometedoras com as nossas águas amazônicas.

Os estudos realizados são preliminares, havendo a necessidade de uma varredura acurada dos níveis de BTEX e qualidade das águas da Baía do Guajará, realizando coletas em maiores pontos de coleta e coleta de sedimentos. Enfim, os resultados experimentais encontrados neste trabalho forneceram algumas condições ambientais em resposta a algo que poderá ser grave, se não forem tomadas decisões sobre os possíveis agentes poluidores e competências dos órgãos ambientais na fiscalização quanto à contaminação por BTEX em águas superficiais de nossa região.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZAMBUJA, Eduardo *et al.* **Contaminação dos solos por LNAPL: discussão sobre diagnóstico e remediação.** Disponível em: <www.azambuja.com.br/acervo/geosul2000.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2008.
- AQUINO NETO, Francisco Radler de; NUNES, Denise da Silva e Sousa. **Cromatografia: princípios básicos e técnicas afins.** Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 187 p.
- BAIRD, C. 2002. **Química Ambiental.** 2ª Edição. Porto Alegre. Ed. Bookman, 2002.
- BEDIENT, P.B. *et al.* **Groundwater contamination: Transport and Remediation.** 2nd ed. 604p. 1999. CENPES. Publicação eletrônica. [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <ederso@uepa.br> em 24 de Set. 2010.
- CORSEUIL, Henry Xavier. **Potential biomass limitations on rates of degradation of mono aromatic hydrocarbons by indigenous microbes in subsurface Soils,** *Wat. Res.*, 28, 1407 – 14, 1994.
- _____; MARINS, Marcus Dal Molin. **Contaminação de águas subterrâneas por derramamentos de gasolina: o problema é grave?.** *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.2, n.2, p.50-54, 1997.
- _____. **Efeitos causados pela mistura de gasolina e álcool em contaminações de águas subterrâneas.** *Bol. téc. PETROBRAS*, Rio de Janeiro, 41 (3/4): 133-138, jul./dez. 1997.
- DEWULF, J.; LANGENHOVE, H.V. **Anthropogenic volatile organic compounds in ambient air and natural water: a review on recent developments of analytical methodology, performance and interpretation of field measurements.** *Journal of Chromatography A*, n. 843, p. 163-177, 1999.

DUARTE, Kátia da Silva. **Avaliação do risco relacionado à contaminação dos solos por hidrocarbonetos no Distrito Federal**. 2003. 285 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2003.

EPA. **Standart Method.** Environmental Protection Agency. Chapter 1, Revision 1, July, 1992

_____. **Volatile Organic Compounds** In Water By Purge And Trap Capillary Column Gas Method 502.2 1989

FAVERA, Carla Heinsch Dalla. **Sites Contaminados por Hidrocarbonetos: Principais Técnicas de Remediação e Exemplo de Aplicação**. 2008. 104f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008. Disponível em:

<http://www.ufsm.br/engcivil/TCC/2008/I_Semestre/TCC_4_Carla_Favera.pdf>. Acesso em 24 de setembro de 2010.

SOUZA FILHO, André Moreira de. **Planos Nacionais de Contingência para Atendimento a Derramamento de Óleo: Análise da Experiência de Países Representativos das Américas para Implantação no Caso do Brasil**. Dissertação (Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro em Ciências em Planejamento Ambiental). Rio de Janeiro (RJ). COPPE/UFRJ, 2006. Disponível em:

<<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/amfilho.pdf>>. Acesso em 22 de novembro de 2010.

TIBURTIUS, E. R. L.; ZAMORA, P. P.; LEAL, E. S. **Contaminação de águas por BTEX e processos utilizados na remediação de sítios contaminados**. Química Nova, v. 27, n. 3, p. 441-446, 2004. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2004/vol27n3/13-RV03068.pdf>> Acesso em 22 de novembro de 2010.

VII. COPYRIGHT

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

RECONHECIMENTO ÓTICO DE CARACTERES PARA RECONHECIMENTO DAS SINALIZAÇÕES VERTICAIS DAS VIAS DE TRÂNSITO

SAMUEL LUZ GOMES¹; ELIZÂNGELA DE SOUZA REBOUÇAS¹;
PEDRO PEDROSA REBOUÇAS FILHO¹;

1 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ (IFCE),
LABORATÓRIO DE PROTÓTIPOS (LPROT), GRUPO DE PESQUISA DE SISTEMAS
INTELIGENTES (GPSI)
pedrosarf@ifce.edu.br

Resumo - O presente artigo apresenta o desenvolvimento de um aplicativo para o sistema ANDROID utilizando um sistema de reconhecimento óptico de caracteres para detectar e reconhecer a sinalização vertical de regulamentação de trânsito, especificamente para o sinal R-19¹ (velocidade máxima permitida) nos padrões brasileiros. Para o desenvolvimento deste aplicativo foram utilizadas técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e Reconhecimento Padrões (RP) através de Rede Neural Artificial (RNA). Os resultados finais mostram que o sistema apresenta-se como promissor para identificação e reconhecimento de placas de sinalização, obtendo êxito em todos os vídeos testados, detectando e reconhecendo a placa de sinalização de trânsito de velocidade adequadamente.

Palavras-chave: Processamento Digital de Imagem. Visão Computacional. Aplicações Automotivas.

I. INTRODUÇÃO

De acordo com o DETRAN², em 1904, existiam aproximadamente 55.000 veículos no mundo, hoje somente no estado do Ceará temos uma frota com cerca de dois milhões de veículos, já em São Paulo existem mais de vinte e quatro milhões de veículos. Com o aumento da frota de veículos no país há, conseqüentemente, um aumento no número de acidentes de trânsito e de problemas com engarrafamentos. Nesse cenário, os sistemas de visão computacional podem auxiliar os condutores dos veículos servindo como mais um item de segurança, como também no monitoramento de tráfego.

Em virtude do constante crescimento da frota de veículos, principalmente nos grandes centros urbanos, surgem problemas cada vez mais difíceis de serem solucionados, exigindo, assim, um maior investimento em engenharia de tráfego para tornar o trânsito mais rápido, seguro e eficiente. Um dos problemas mais graves é a falta de atenção dos condutores à sinalização das vias de trânsito, que ocasiona grande parte dos acidentes.

Os Sistemas de Visão Computacional, também chamados de Visão Artificial, têm sido utilizados em várias aplicações, tais como: detecção, reconhecimento e classificação de objetos; estimativa de parâmetros como tamanho, posição, orientação e velocidade, entre outros. Uma das aplicações mais clássicas da Visão Artificial é o OCR - Optical Character Recognition ou Reconhecimento Óptico de Caracteres. Tal aplicação consiste no reconhecimento de letras, algarismos, enfim, símbolos escritos (ALEXANDRIA, 2005).

Pensando nisto, este trabalho propõe a utilização de um Sistema de Visão computacional utilizando Processamento Digital de Imagem (PDI) e Inteligência Computacional para desenvolver um OCR com o foco em sistema de detecção e reconhecimento de placas de sinalização vertical de regulamentação de trânsito, especificamente para o sinal R-19 – velocidade máxima permitida – nos padrões brasileiros.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um sistema de Visão Computacional típico possui 6 etapas: Aquisição de imagens, pré-processamento, segmentação, extração dos atributos, identificação dos padrões previamente estabelecidos e, por fim, é gerado um relatório com as análises e informações obtidas (GONZALEZ and WOODS, 2010).

O pré-processamento se caracteriza pelo uso de funções clássicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), onde o principal objetivo é tornar a imagem mais adequada para uma aplicação específica (ALEXANDRIA, 2005). O pré-processamento normalmente envolve rotinas de restauração, realce ou somente a representação apropriada dos dados de entrada. Neste trabalho, o pré-processamento é realizado com filtros de suavização.

¹ R-19: Regulamenta o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular na pista ou faixa, válido a partir do ponto onde o sinal é colocado.

² Disponível em: <http://portal.detran.ce.gov.br/index.php/curiosidades>

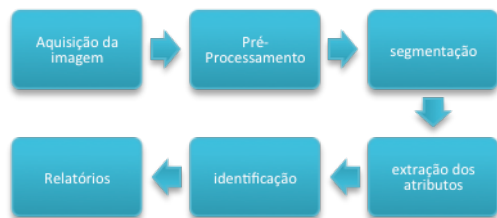


Figura 1- Etapas do SVC desenvolvido para detecção e reconhecimento de sinalização vertical regulamentadora de velocidade

Os Filtros de suavização são utilizados para redução de ruídos, como, remoção de pequenos detalhes da imagem antes da extração de objetos e conexão de pequenas discontinuidades em linhas ou curvas.

O filtro de mediana é um filtro não linear de suavização, o qual, como o nome sugere, substitui os valores do pixel pela mediana dos valores de intensidade na vizinhança desse pixel, incluindo o valor original do pixel. O filtro de mediana é particularmente eficaz na presença de ruído impulsivo, também conhecido como ruído sal e pimenta (GONZALEZ and WOODS, 2010).

Quanto a etapa de segmentação, apresentada na Figura 1, é o processo de separar as várias regiões que compõem uma imagem, de acordo com suas propriedades. A técnica de segmentação a ser utilizada varia com a aplicação do sistema. O processo de segmentação é de fundamental importância em qualquer sistema de Visão Artificial, de tal forma que o desempenho do sistema é essencialmente dependente do desempenho do processo de segmentação. Uma segmentação realizada de forma adequada em um sistema de visão computacional é um passo substancialmente importante para seu correto funcionamento (ALEXANDRIA, 2005). Neste trabalho, as técnicas utilizadas neste trabalho são a detecção de bordas de Canny e Transformada de Hough.

A abordagem do detector de bordas de Canny baseia-se em três objetivos básicos:

- I. Baixa taxa de erro: Todas as bordas devem ser encontradas e devem ser o mais próximo possível das bordas verdadeiras.
- II. Os pontos de bordas devem estar bem localizados: As bordas detectadas devem estar mais próximas possíveis das bordas verdadeiras.
- III. Resposta de um único ponto de borda: O detector não deve detectar múltiplos pixels de borda onde apenas um único ponto de borda existe.

Em geral é difícil (ou impossível) encontrar uma solução fechada que satisfaça todos os objetivos anteriores. Canny (1986) chegou à conclusão de que uma boa aproximação para um detector ótimo de bordas de degrau é a primeira derivada de uma gaussiana, que em uma dimensão pode ser dada por:

$$d = \left(-\frac{x}{\sigma^2} \right) e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

Onde σ^2 consiste na variância dos dados e x o dado de entrada.

A transformada de Hough é uma técnica de extração de características utilizadas na análise de imagens, visão computacional e processamento de imagem digital. O objetivo da técnica é encontrar pontos imperfeitos do objeto

comparando com classe de formas pelo processo de votação. Este procedimento de votação é levado em um espaço de parâmetros, a partir do qual os candidatos de objetos são obtidos como máximos locais num espaço acumulador assim chamado, que está explicitamente construído pelo algoritmo para o cálculo da transformada de Hough.

A clássica transformada de Hough estava preocupada com a identificação de linhas na imagem, mas depois a transformada de Hough foi estendida para identificar posições de formas arbitrárias, mais comumente círculos ou elipses. Duda e Hart (1972) utilizaram coordenadas polares para representação de uma linha. Sugeriram que linhas poderiam ser completamente parametrizadas usando o comprimento, r , e a orientação, q , do vetor normal para a linha da imagem original. Usando esta parametrização, todo o ponto (x, y) na linha satisfará a equação $r = x \cdot \cos(q) + y \cdot \sin(q)$.

A etapa de identificação, apresentada na Figura 1, neste projeto é realizada utilizando uma Rede Neural Artificial do tipo Multilayer Perceptron (MLP).

A MLP é uma rede supervisionada, ou seja, os pesos de cada camada são reajustados de acordo com o valor da saída da rede comparada com o valor real da saída (ARBIB, 2003). A MLP é subdividida em entrada do sistema, pesos da camada oculta, saída da camada oculta que consiste na entrada da camada de saída, pesos da camada de saída e saída do sistema, podendo ser mais de uma camada oculta (RUCK *et al.*, 1990; HAYKIN, 2008).

Nesse sentido, a fase de treinamento da MLP pode ser dividida em duas etapas, uma chamada de sentido direto na qual o trânsito de informações da entrada até a saída, gerando o valor de saída da rede. Enquanto isso na segunda etapa, chamada de sentido inverso, é utilizado o valor do erro gerado no sentido direto, e este é retro propagado para as camadas intermediárias para ajustar os pesos destas (BISHOP, 2006; WIDROW and WINTER, 1988).

III. METODOLOGIA

Nesta seção estão listados os métodos SVC utilizados para a detecção e o reconhecimento da sinalização de trânsito vertical de regulamentação, especificamente para o sinal R-19, “velocidade máxima permitida”. A Figura 2 mostra o fluxograma do algoritmo utilizado para a resolução do problema proposto, enquanto a Figura 3 demonstra os resultados de cada etapa descrita pelo fluxograma.

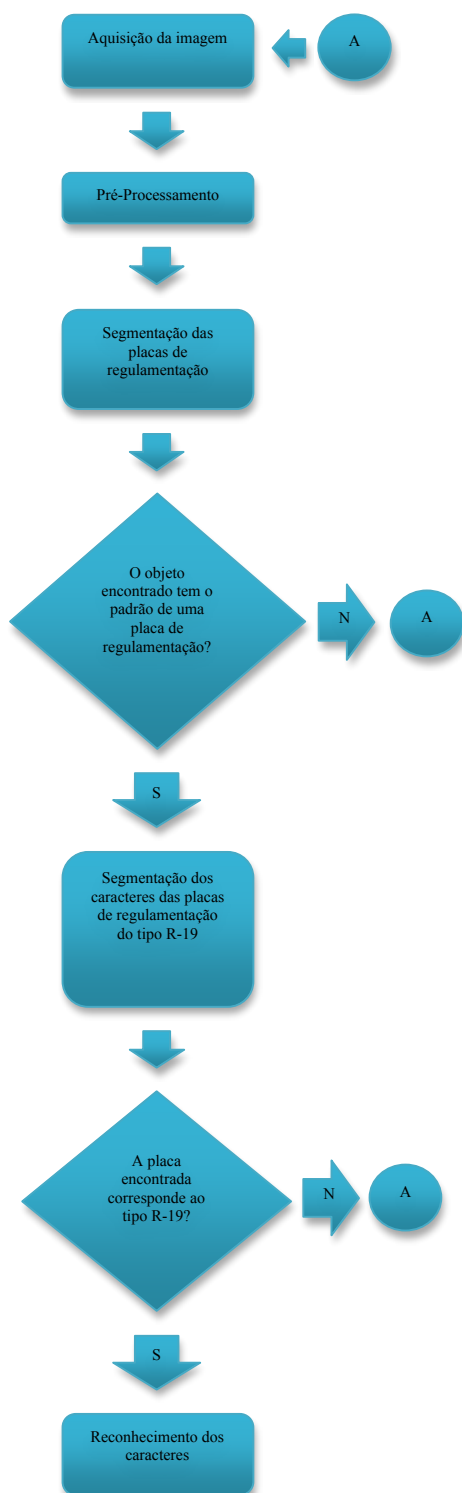


Figura 2 - Fluxograma do algoritmo de segmentação dos caracteres das placas de regulamentação R-19

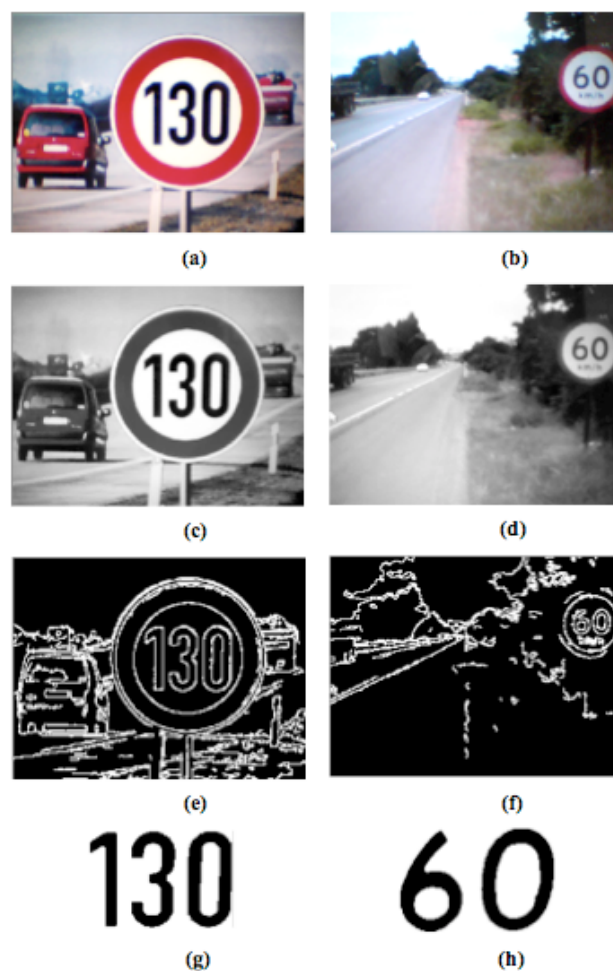


Figura 3 - Etapas do algoritmo de segmentação dos caracteres a) e b) imagens originais; c) e d) imagens pré-processadas; e) e f) etapa de segmentação das placas; g) e h) etapa de segmentação dos caracteres.

3.1 Aquisição das imagens

As imagens foram adquiridas por uma câmera de um smartphone com a resolução de 5 Mpx, onde foi gerado um banco de dados de várias placas, em diferentes situações de iluminação, de distância e de angulação para o melhor treinamento do sistema de reconhecimento.

3.2 Pré-processamento

Nesta etapa foram utilizadas técnicas para retirar os ruídos e outras imperfeições da imagem tornando, assim, as etapas seguintes mais eficientes.

A imagem de entrada, que estava inicialmente colorida, foi convertida para tons de cinza, com a finalidade de diminuir o custo computacional nos processos seguintes, posteriormente, aplicamos um filtro passa-baixa (Mediana) para reduzir os ruídos, equalizamos o histograma da imagem para melhorar o contraste.

3.3 Segmentação

A segmentação foi dividida em duas etapas, onde a primeira etapa detecta e confirma a presença de uma placa de regulamentação na imagem e a segunda etapa detecta os caracteres presentes na placa e confirma que a placa encontrada é de fato do tipo R-19.

Foi utilizado o filtro operador Canny com a finalidade de detectar os contornos dos objetos na imagem. Posteriormente foi aplicada uma técnica de morfologia matemática para corrigir pequenas falhas geradas no pré-processamento e melhorar os resultados obtidos pelo Canny. Após a estas operações foi realizada uma análise dos objetos encontrados para a identificação das placas baseada em uma relação entre a largura, altura e área dos mesmos, detectando, assim, os contornos com o padrão circular. Os objetos validados como placas foram armazenados e processados posteriormente e os demais foram descartados.

Os objetos armazenados na etapa anterior foram analisados com o objetivo de identificar os caracteres contidos neles. Sendo encontrados caracteres de acordo com o padrão estabelecido, a placa foi validada como do tipo R-19 e os seus caracteres foram preparados para a etapa de reconhecimento.

Para adequar os caracteres aos padrões do sistema de reconhecimento utilizado no projeto os mesmos foram redimensionados para o tamanho 35x35 pixels com o fundo preto e o caractere branco e centralizado em relação à largura do mesmo, este redimensionamento têm por objetivo tornar o algoritmo invariante à distância.

3.4 Reconhecimento dos caracteres

Para o reconhecimento dos caracteres foi utilizado uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo perceptrons de múltiplas camadas (MLP, *multilayer perceptron*) com o treinamento supervisionado conhecido como retropropagação de erro (*error back-propagation*).

IV. RESULTADOS

Para efetuar os teste foi gerado um banco de dados contendo vídeos 21 vídeos de placas de regulamentação de velocidade máxima (20, 30, 40, 60 e 80Km/h). As imagens foram coletadas nas ruas e avenidas da cidade de Fortaleza. A partir dos vídeos foram extraídas 12520 imagens contendo placas em diferentes inclinações e distâncias.

Das 12520 imagens de placas existentes no banco de dados, 5677 foram localizadas pela etapa de detecção do software, obtendo assim, um total de 45,3% na taxa de detecção das placas.

Das 5677 placas detectadas pelo software, 5483 placas foram reconhecidas corretamente na etapa posterior, onde é efetuado o reconhecimento dos caracteres das placas detectadas, esta etapa apresentou uma taxa de acerto de aproximadamente 96,6%.

Analisando o sistema de uma forma completa obtivemos uma taxa de detecção e reconhecimento de aproximadamente 43,8%, reconhecendo corretamente 5474 placas de um banco de dados com 12520.

A tabela 1 mostra a taxa de detecção e acerto referente a cada valor da placa.

Tabela 1- Resultados obtidos pelo sistema proposto.

| | TOTAL | 20 km | 30 km | 40 km | 60 km | 80 km |
|---|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Taxa de detecção | 45,3% | 26,8% | 36,8% | 60,8% | 31,4% | 62,2% |
| Taxa de reconhecimento | 91,1% | 100,0% | 100,0% | 99,7% | 92,8% | 100,0% |
| Total de placas Detectadas e reconhecidas | 41,0% | 26,8% | 36,8% | 60,6% | 21,06% | 62,2% |

A Tabela 1 analisa cada frame do vídeo separadamente, entretanto vale ressaltar que as placas foram detectadas e reconhecidas adequadamente em todos os vídeos, e em todos os casos, a maior parte do reconhecimento é obtida com sucesso. Caso a análise deste artigo fosse realizada com vista no acerto da detecção e do reconhecimento do vídeo, a taxa de acerto seria de 100%.

V. CONCLUSÃO

Os resultados finais mostram que o sistema apresenta-se como promissor para identificação e reconhecimento de placas de sinalização, em que todos os vídeos tiveram a placa detectada e reconhecida adequadamente.

Entretanto, analisando cada frame separadamente, constata-se que a principal deficiência do software é claramente a etapa de detecção das placas, onde se obteve uma média de 45,3%. Já na etapa de reconhecimento o software apresentou resultados bastante satisfatórios, com 96,6% de acerto.

Como sugestão a trabalhos futuros é recomendada a utilização de técnicas de detecção mais eficientes para este caso da detecção de placas, onde o presente artigo mostrou maior deficiência com apenas 45,3% das placas detectadas. Recomenda-se também aplicar outras técnicas de reconhecimento dos caracteres para aumentar o rendimento da rede neural MLP.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbib, M. A. (2003). *The handbook of Brain Theory and Neural Networks*, M.I.T Press.
- ALEXANDRIA, A. R. (2005). Sistema de reconhecimento óptico de algarismos para medidores convencionais de energia.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer.
- DUDA, R., HART, P. (1972). Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures. *Comm. Of ACM* 15, 1. 11-15.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. (2010). *Digital Image Processing*, 3a edn, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Gonzalez, R. C., Woods, R. E. and Eddins, S. I. (2009). *Digital Image Processing*, 3rd edn, Gatesmark Publishing, Knoxville.
- Haykin, S. O. (2008). *Neural Networks and Learning Machines*, Pearson Prentice Hall.
- Ruck, D. W., Rogers, S. K., Kabrisky, M., Oxley, M. E. and Suter, B. W. (1990). The multilayer perceptron as an approximation to a bayes optimal discriminant function. *IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS* 1.
- Widrow, B. and Winter, R. (1988). Neural nets for adaptive filtering and adaptive pattern recognition, *IEEE Computer* 21: 25-39.

VII. COPYRIGHT

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

A CONTINGÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO E A PARTICIPAÇÃO EM CONSELHOS DE DESENVOLVIMENTO RURAL

DANIEL FERREIRA DA SILVA¹; PEDRO SELVINO NEUMANN²; KÊNIA CRISTINA PONTES MAIA³; CAROLINE SALEZZI BONFÁ¹.

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM);

2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM); 3 – UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (UFRRJ)

daniel@ufvjm.edu.br; neumannsp@yahoo.com.br; keniacpm@yahoo.com.br;
carolsalezzibonfa@yahoo.com.br

Resumo - O presente artigo trata sobre a importância da participação da sociedade civil em espaços coletivos de tomada de decisão por meio da utilização do arcabouço teórico da teoria contingencial. A proposta é aproximar a análise contingencial das estruturas organizacionais da teoria sobre o desenvolvimento. As concepções atuais evidenciam uma multiplicidade de ações para se alcançar o desenvolvimento que leva em consideração não só pressupostos econômicos, mas também o ambiental e social. O método de análise utilizado foi a revisão bibliográfica de fontes secundárias que tratam primordialmente das concepções sobre Estado, Desenvolvimento, Contingência e Participação da Sociedade Civil. O presente artigo visa proporcionar reflexões sobre os processos de desenvolvimento que podem viabilizar ações dentro de um contexto prático. Por fim, na conclusão é evidenciado que propostas de descentralização dos espaços políticos de tomada de decisão sejam eles regionais, ou mesmo locais, devem vir acompanhada de toda uma reflexão política e educacional sobre o papel dos representantes da sociedade civil e do próprio governo neste processo, onde o mesmo deve representar uma coletividade, não só pelos seus pares, mas pela sociedade como um todo.

Palavras-chaves: Políticas Públicas. Participação. Estado.

I. APRESENTAÇÃO

A partir do modelo de desenvolvimento centro-periferia, de divisão internacional do trabalho, o Brasil, na década de quarenta, ocupava no cenário internacional, o papel de exportador de matérias-primas e de produtos primários, com vistas ao abastecimento do mercado internacional industrializado. É neste cenário que se pode compreender a inserção da chamada revolução verde, cujo suporte era importado de países onde as pesquisas e os serviços de difusão tecnológica estavam mais desenvolvidos, com vistas a modernizar o setor agrícola brasileiro, via incremento das bases produtivas, notadamente, por meio da mecanização, da genética e do uso de insumos químicos.

Especificamente, no que tange o modelo agrícola, instaura-se a questão da modernidade enquanto medida de desenvolvimento. Portanto, o inovador passa a ser sinônimo de moderno e, conseqüentemente, desenvolvido; já o tradicional sinônimo de atraso. Este sem possibilidade de inculir em seu modo de produção plenamente o modelo, já que grande parte do segmento da chamada agricultura familiar não produzia para a exportação e não dispunha dos recursos financeiros necessários para a aquisição completa do pacote, é excluída do processo *pari passu* ao privilégio dos chamados produtores de *commodities*, ou seja, o setor de grande produção, principal segmento beneficiado por tal modelo de desenvolvimento.

Com a falácia desse modelo de desenvolvimento eminentemente econômico e cujo único parâmetro era o aumento de produtividade, insere-se também a perspectiva social enquanto medida de desenvolvimento. Assim, a necessidade de inclusão social e a efetiva conquista da qualidade de vida e cidadania, tornam-se metas precípuas a serem alcançadas e conquistadas, notadamente, pelas classes menos favorecidas.

O marco histórico institucional desse processo é a Constituição Brasileira de 1988. Segundo Oliveira (2004), a partir dela, o Estado introduz novos instrumentos de planejamento e gestão das políticas públicas, onde a sociedade passa a se constituir enquanto sujeito ativo na pauta de negociação das ações e no seu controle. É neste momento que se pode averiguar a institucionalização dos conselhos gestores nas esferas tanto federal, assim como estadual e municipal. Neste contexto, toma corpo experiências em que o nível local torna-se efetivo nas abordagens de construção de desenvolvimento. Assim, o processo passa a ser construído a partir do próprio *locus*, de suas demandas, de sua práxis e de suas peculiaridades.

Conforme Matos (2003), esses conselhos constituem a chamada organização de base, lugar onde se pratica uma democracia direta, em que os indivíduos podem falar por si mesmos em pequenos espaços coletivos locais. Este espaço além de criar laços afetivos entre seus participantes e a

construção de histórias individuais e grupais, possibilita a reflexão crítica das experiências coletivas, constituindo sujeitos sociais autônomos que se relacionam com outros sujeitos sociais, com autoridades instituídas e com outros segmentos da sociedade.

O objetivo deste artigo é abordar questões inerentes ao processo de desenvolvimento que tenha o viés econômico como pilar, para em seguida mostrar outros enfoques que tragam outros elementos a concepção de desenvolvimento como condicionantes ambientais e sociais, para em seguida destacar um novo paradigma que leve em consideração à participação da sociedade civil neste processo como elemento do desenvolvimento.

Abordaremos neste artigo a metodologia de revisão de literatura para abordar o paradigma da participação, principalmente no que tange o delineamento das propostas de intervenção no desenvolvimento local.

A justificativa deste artigo parte do aspecto dicotômico do desenvolvimento onde de um lado encontra-se a sociedade civil e do outro o governo eleito legitimamente e os dois operacionalizando os instrumentais do estado que dinamize os processos de desenvolvimento.

Ao se analisar a perspectiva do desenvolvimento, entra-se num campo da subjetividade do observador, pois se entende como perspectiva, um aspecto da percepção visual do espaço e dos objetos nele contido e percebido pelo observador, ou seja, tudo depende de um determinado ponto de vista e das condições de quem observa.

A partir deste pressuposto, vislumbra-se uma aproximação das teorias do desenvolvimento com a teoria da contigência, para tanto, buscou-se a explicação da teoria da contingência fundamentada nos postulados de Donaldson (1999, p.105), que estabelece a não existência de uma estrutura organizacional única e que seja altamente efetiva para todas as organizações.

Assim, a otimização da estrutura variará de acordo com determinados fatores, tais como a estratégia da organização e seu tamanho. A partir dos postulados de Donaldson, vislumbra-se um paralelo na análise dos processos de desenvolvimento, dentro de uma abordagem das relações de poder que se dá nas diversas esferas sociais. Portanto, entende-se que o desenvolvimento é um processo múltiplo de etapas sobrepostas em direção ao crescimento econômico e social e que esteja em equilíbrio com a capacidade suporte do ambiente, levando em consideração à diversidade das classes sociais. Logo, pensar em desenvolvimento é pensar na melhor forma de operacionalizá-lo, pois o mesmo deve atender demandas, na maior parte das vezes, conflitantes.

Assim, percebe-se que a contingência é uma característica inerente ao processo de desenvolvimento e o caráter do desenvolvimento está alicerçado na perspectiva do movimento e na pluralidade, os quais são responsáveis pelas lógicas ora convergentes ora antagônicas que vão da manutenção do poder de determinadas classes e segmentos sociais a busca constante da qualidade vida como objetivo final dos postulados desenvolvimentistas.

II. CONCEPÇÕES DE DESENVOLVIMENTO

Para Cowen e Shenton (1996), ainda existe uma grande confusão na delimitação de uma terminologia para o

desenvolvimento, pois o mesmo tenta abraçar uma carga maior do que a simples definição de um significado essencial para o desenvolvimento. No entanto, os autores destacam que a ideia de que o paradigma do desenvolvimento é necessariamente eurocêntrico, pois foi a partir da Europa que se observou de forma mais clara e acelerada o desenvolvimento do capitalismo. Logo, o conceito de desenvolvimento à priori objetivava dar significado as construções sociais em torno dos processos de urbanização, empobrecimento, desemprego, dentre outros que se compuseram principalmente no período e após a industrialização (COWEN & SHENTON, 1996).

Outro ponto de análise sobre a crítica ao paradigma do desenvolvimento tradicionalmente fundamentado no acúmulo econômico repousa sobre o rompimento do pragmatismo homogeneizador da terminologia, inferindo assim uma abertura para a soma de alternativas a análise do desenvolvimento. Ou seja, a partir deste viés fica evidente a análise do desenvolvimento sob outras óticas sendo elas: territorial, social e ambiental, a fim de se conseguir esgotar todo o potencial da terminologia numa abordagem local e universal nos sentidos amplos da palavra.

Para se analisar tal processo, propõe-se destacar as principais ideias recorrentes que romperam com antigas propostas de desenvolvimento fundamentadas no pilar econômico e evidenciaram novas estratégias de desenvolvimento. Por exemplo, Sachs (1995, p.30), enfatiza que organismos mundiais como as Nações Unidas vêm destacando que problemas sociais e econômicos tidos como próprios do Terceiro Mundo também são problemas anacrônicos do Primeiro Mundo, pois isso é uma característica inerente ao sistema Capitalista.

Sachs (1995, p.32) evidencia que a articulação entre os encontros de Copenhague e a Rio-92, constituiu uma recusa implícita as teorias economicistas que fazem do crescimento o objetivo central. Como resposta ao simplismo das abordagens economicistas sobre o desenvolvimento Sachs (1995) destaca que o desenvolvimento engloba simultaneamente cinco temáticas que formam sua amplitude terminológica – a paz, a economia, o meio-ambiente, a justiça e a democracia – tomando as condições sociais como ponto de partida dos esforços em prol desta concepção de desenvolvimento. Sachs (1995, p.44) também destaca a importância de nos concentrarmos na definição do conteúdo da palavra desenvolvimento partindo da hierarquização proposta: o social no comando, o ecológico enquanto restrição assumida e a economia recolocada em seu papel instrumental.

Outro autor que destaca o esgotamento das abordagens tradicionais é Souza (1996, p.16) que enaltece a necessidade de uma “teoria aberta” do desenvolvimento “sócio-espacial”, uma vez que há uma fraca discussão recorrente sobre o forjamento da terminologia de Desenvolvimento, onde a teorização deverá ser ela mesma, “estratificada”, isto é, diversas formulações teóricas poderão variar imensamente em concretude e poder explicativo, sem que necessariamente sejam incompatíveis entre si. Ou seja, qualquer reflexão sobre o “desenvolvimento”, por se referir a um objeto que abarca ou envolve os mais variados aspectos da vida em sociedade, será profundamente limitada e artificial se não considerar a exigência da pluridimensionalidade analítica (SOUZA, 1996, p.18).

Já para Maluf (2000, p.06) existe uma associação direta entre o paradigma do desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, com a discussão conceitual sobre o sentido ou os sentidos do desenvolvimento econômico como referência principal às críticas do enfoque pós-moderno às teorias e práticas de desenvolvimento. Esse pensamento radical o levou a questionar a própria ideia de desenvolvimento e a propor uma “era pós-desenvolvimento”. Maluf (2000, p.10) destaca que o sentido que se atribui à noção de desenvolvimento não referenda o projeto de modernização como tal, particularmente no caso brasileiro, influente entre os anos 1940 e 1960, apesar de necessariamente reter alguns de seus elementos. Logo, é inevitável reter a ideia ocidental de progresso em termos de uma concepção cumulativa de tempo e da perspectiva de aperfeiçoar as condições materiais da sociedade em direção a um Estado qualitativamente melhor, mesmo que se evite preestabelecer caminhos e metas.

Certamente é possível e mesmo desejável que a busca da melhoria da qualidade de vida inclua estratégias de desenvolvimento econômico, definidas e implementadas em nível local ou regional, as quais favorecem, sobretudo a participação das comunidades envolvidas. O que se requer é reconhecer a distinta natureza das questões correspondentes aos diferentes níveis e, naturalmente, pensar como elas se inter-relacionam (MALUF, 2000, p.12).

III. EM BUSCA DE NOVOS PARADIGMAS

Partindo do pressuposto do entendimento amplo da concepção do processo de desenvolvimento, vislumbra-se utilizarmos as teses de Sen (2000, p.17) que postula o desenvolvimento como processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam, ou seja, o enfoque está no alcance das liberdades humanas, concepção esta que contrasta com visões mais restritas de desenvolvimento, como aquelas que identificam desenvolvimento com crescimento do Produto Nacional Bruto (PNB), aumento de rendas pessoais, industrialização, avanço tecnológico ou modernização social.

Para Sen (2000, p.17) as liberdades dependem também de outros determinantes, como as disposições sociais e econômicas (por exemplo, os serviços de educação e saúde) e os direitos civis (por exemplo, a liberdade de participar de discussões e averiguações públicas). Logo, o desenvolvimento requer que se removam as principais fontes de privação de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos.

Por sua vez a ausência de liberdades substantivas relaciona-se diretamente com a pobreza econômica, que rouba das pessoas a liberdade de saciar a fome, de obter uma nutrição satisfatória ou remédios para doenças tratáveis, a oportunidade de vestir-se ou morar de modo apropriado, de ter acesso a água tratada ou saneamento básico. Em outros casos, a privação de liberdade vincula-se estreitamente à carência de serviços públicos e assistência social, como por exemplo, a ausência de programas epidemiológicos, de um sistema bem planejado de assistência médica e educação ou de instituições eficazes para a manutenção da paz e da ordem locais. Em outros casos, a violação da liberdade

resulta diretamente de uma negação de liberdades políticas e civis por regimes autoritários e de restrições impostas à liberdade de participar da vida social, política e econômica da comunidade (SEN, 2000, p.18).

O autor também destaca que as liberdades não são apenas os fins primordiais do desenvolvimento, mas também os meios principais (SEN, 2000, p.26). Além de reconhecer, fundamentalmente, a importância avaliatória da liberdade, precisamos entender a notável relação empírica que vincula umas às outras, liberdades diferentes. Liberdades políticas – na forma de liberdade de expressão e eleições livres – ajudam a promover a segurança econômica. Oportunidades sociais – na forma de serviços de educação e saúde – facilitam a participação econômica. Facilidades econômicas – na forma de oportunidades de participação no comércio e na produção – podem ajudar a gerar a abundância individual, além de recursos públicos para os serviços sociais. Liberdades de diferentes tipos podem fortalecer umas às outras. Ou seja, com oportunidades sociais adequadas, os indivíduos podem efetivamente moldar seu próprio destino e ajudar uns aos outros. Não precisam ser vistos, sobretudo como beneficiários passivos de engenhosos programas de desenvolvimento.

Portanto, é de fundamental importância entender que os indivíduos vivem e atuam em um mundo de instituições. Nossas oportunidades e ponto de vista são influenciados crucialmente pelas instituições que existem e do modo como elas funcionam. Não só as instituições contribuem para nossas liberdades, como também seus papéis podem ser sensivelmente avaliados à luz de suas contribuições para nossa liberdade. Ver o desenvolvimento como liberdade nos dá uma perspectiva na qual a avaliação institucional pode ocorrer sistematicamente (SEN, 2000, p.168).

Logo, para Sen (2000, p.169) o mecanismo de mercado, que desperta paixões favoráveis ou contrárias, é um sistema básico pelo qual as pessoas podem interagir e dedicar-se a atividades mutuamente vantajosas. Por essa perspectiva, é difícil pensar que um crítico razoável poderia ser contra o mecanismo de mercado em si. Os problemas que surgem se originam geralmente de outras fontes – não da existência dos mercados em si – e incluem, considerações como o despreparo para usar as transações de mercado, o ocultamento não coibido de informações ou o uso não regulamentado de atividades que permitem aos poderosos tirar proveito de sua vantagem assimétrica. Consequentemente, as realizações globais do mercado dependem intensamente das disposições políticas e sociais.

Dentro do contexto dos países em desenvolvimento, a necessidade de iniciativas da política pública na criação de oportunidades sociais tem uma grande importância. Como já observado, no passado, dos atuais países ricos, encontramos uma história notável de ação pública por educação, serviços de saúde, reformas agrárias etc. O amplo compartilhamento dessas oportunidades sociais possibilitou que o grosso da população participasse diretamente do processo de expansão econômica (SEN, 2000, p.170).

Além do que não se pode eximir da análise da importância do tratamento da questão agrária e agrícola como pressuposto de fundamental importância para a sustentabilidade da sociedade, como uma área vital de investimento que comporte o crescimento acelerado da sociedade de forma mais equilibrada.

IV. O VIÉS DA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO

Para Donaldson (1999, p.105) a teoria da contingência estabelece que não há uma estrutura organizacional única que seja altamente efetiva para todas as organizações. Logo, há diversos fatores contingenciais como: estratégia, tamanho, incerteza com relação às tarefas e tecnologias que podem afetar a escolha da estrutura ótima.

A hipótese central da teoria da contingência estrutural é de que as tarefas de baixa incerteza são executadas mais eficazmente por meio de uma hierarquia centralizada, pois isso é mais simples, rápido e permite uma coordenação estrita mais barata. Na medida em que a incerteza da tarefa aumenta, por meio de inovação ou outro fator similar, a hierarquia precisa perder um pouco do controle e ser coberta por estruturas comunicativas e participativas (DONALDSON, 1999, p.107-108).

Tomando como exemplo a teoria contingencial, podemos traçar uma analogia com o processo de desenvolvimento, que é uma estrutura altamente complexa, frente as suas diversas vertentes de atuação, quais sejam: ambiental, social, econômica e técnica. Para tanto é necessário analisar a proposta de intervenção a partir de uma estrutura menos centralizada, a fim de operacionalizar o processo, contudo sem se desvincular o papel do Estado como indutor deste processo.

Neste aspecto se abre uma dicotomia de difícil harmonização, ou seja, como equilibrar o papel do Estado com a participação da sociedade civil? Nesse sentido Costa (2003, p.63), afirma que a questão das liberdades participativas surge a partir de novos espaços públicos e da comunicação relacionadas à configuração do conceito de sociedade civil, referendada dentro de um contexto da topografia social, marcado por relações de solidariedade e cooperação o que não se restringe a um somatório de organizações, ou seja, trata-se de uma teia de interações.

Portanto, Costa (2003) defende a ideia de que a construção e a consolidação da sociedade civil implicam na busca pela vigência de direitos civis básicos como, liberdade de organização e de expressão, dentre outros indispensáveis à constituição de associações voluntárias. Por outro lado, sua vitalidade e possibilidade de influência dependem da existência de um espaço público minimamente poroso, uma vez que este espaço representa uma arena privilegiada de atuação política dos atores da sociedade civil, constituindo, ainda, uma arena de difusão dos conteúdos simbólicos e das visões de mundo diferenciadas que alimentam as identidades de tais atores. Logo para Costa (2000, p.63), sociedade civil e espaço público se condicionam mutuamente, ou seja, não dá para pensar governantes e governados como agentes isolados, mas como cada vez mais interdependentes, conforme argumentação de Elias (2006).

Nesse sentido, Elias (2006, p.163) defende a ideia de que a interação entre população e o Estado se tornaram maiores e, conseqüentemente, não é mais possível adotar medidas que digam respeito às vidas dos habitantes de um país sem recorrer aos canais regulares de comunicação entre os tomadores de decisão e os que são afetados por elas.

Essa interdependência entre o Estado e a Sociedade Civil é observada quando os governos chefiados por líderes de partidos adotam ideologias elaboradas a fim de convencer a massa da população de que se pretende a melhoria das suas condições de vida e o avanço do bem-

estar da nação. Esses sinais se mostram como uma pronunciada mudança no equilíbrio de poder entre governantes e governados (ELIAS, 2006, p.164). Isto é, houve uma transformação nas relações de poder em que se constitui uma maior necessidade de relações de interdependência.

Todo este processo foi observado pela direção geral tomada pelos países que “romperam com a tradição”, quando não se tratava de uma simples consequência da industrialização, pois, houve uma redução do diferencial de poder entre as várias partes da sociedade acompanhada da passagem de uma etapa em que os mecanismos de controle eram relativamente unilaterais, para outra etapa, na qual o controle se tornou mais multilateral e recíproco (ELIAS, 2006, p.193).

Para Costa (2003, p.156), o surgimento da esfera pública, em seu sentido moderno, é inseparável do processo de constituição dos Estados-Nação e da formação das comunidades nacionais como um público integrado que, em geral, fala o mesmo idioma e compartilha, em alguma medida, um cotidiano ou mundo da vida comum e uma cultura política construída coletivamente.

Segundo Costa (2003, p.164), nos termos de uma teoria comunicativa do poder e da democracia, é essa articulação entre cultura e política, entre determinadas formas de vida e as concepções de justiça que nelas assente é que se dá o sentido e a legitimidade da ação política dos atores da sociedade civil.

Sen (2000, p.151-154), compartilhando dessa concepção, enfatiza que as razões para se adotar uma abordagem múltipla do desenvolvimento tornaram-se mais claras em anos recentes, em parte como resultado das dificuldades enfrentadas e dos êxitos obtidos por diferentes países ao longo das últimas décadas. Essas questões se relacionam estreitamente à necessidade de equilibrar o papel do governo – e de outras instituições políticas e sociais – com o funcionamento dos mercados. Pois, segundo o mesmo autor, a base racional do mecanismo de mercado está voltada para os bens privados (como a produção de maçãs e camisas), e não para os bens públicos (como o meio livre de malária), sendo possível mostrar que pode haver razões para o fornecimento de bens públicos, além do que os mercados privados promoveriam.

A racionalidade no fornecimento de bens públicos pelo Estado transcende ao pragmatismo do mercado a questão é como intermediar esta aproximação entre interesses diversos. Por exemplo, Costa (2003, p.28), postula que as redes pessoais são como um “escudo” que protege o público da influência da mídia: tais redes constituiriam fonte fundamental para a formação da opinião pública política e para a atribuição de pesos (hierarquização) e reconhecimento da relevância dos diferentes temas. São por tal aspecto que a diversidade de opiniões e de ações sociais diferentes se fazem presentes, pois os “escudos” promovem diferenças regionais e de opiniões entre atores sociais que podem “consumir” as mesmas mensagens. Nesse sentido é que Costa (2003) não constrói tantas perspectivas de possibilidades de consolidação de uma igualdade de concepção de mundo em suas manifestações políticas e culturais.

Percebe-se, doravante, a possibilidade de dissolver as fronteiras burocráticas que separam o cidadão comum da

estrutura estatal por meio da “esfera pública não-estatal”, isto é, uma zona “gris” entre o estado e sociedade civil tomada no seu conceito tradicional como enunciado em Genro (1996, p.36) *apud* Costa (2003, p.32).

A “esfera pública não-estatal” não constitui assim órbita de legitimação dos diferentes atores sociais e suas respectivas demandas; ela é antes o foro de transmissão ao Estado de reivindicações a priori justas e legítimas. Segundo Costa (2003, p.33), o risco percebido neste processo é de que a “esfera pública não-estatal”, ao ser garantida e “patrocinada” pelo Estado, como propõe Genro (1996), transforme-se de fato em esfera pública paraestatal, ou seja, em mais uma arena institucional vulnerável à instrumentalização pelo Estado, pelos partidos e ideologias políticas.

No sentido conferido por Keane (1988a, p.14) *apud* Costa (2003, p.46), a sociedade civil perde toda “*natural innocence*”: ela não se deixa limitar desde fora; pelo contrário, ela corresponde a uma esfera politicamente dinâmica que força permanentemente a democratização das instituições estatais.

Nesse novo emaranhado de relações sociais surge a estratégia de defesa de uma política dual que prevê relações de poder com características democratizantes, fundada na utilização sincrônica das arenas institucionais (parlamento, esferas estatais etc.) e não convencionais de participação (movimentos sociais, protestos coletivos etc.) dos cidadãos por intermédio de suas associações voluntárias nos processos políticos (COSTA, 2003, p.47).

Costa (2003, p.47), destaca, ainda, que se faz necessária tanto a presença de atores políticos tradicionais (partidos e sindicatos) de garantias constitucionais, quanto de movimentos e associações de base que, apesar de representarem o elemento dinâmico para a renovação democrática da sociedade moderna, não estão aptas a assegurar, isoladamente, a preservação das conquistas liberal-democráticas.

Apesar do abandono na segunda metade do século XX pelos sociólogos do processo histórico e da interdependência da noção de desenvolvimento social, Elias (2006, p.153), continua a defender essa corrente de teorias sociológicas que durante a maior parte do século XIX mostrou representativa no que tange ao desenvolvimento em longo prazo da sociedade.

Como destacado por Elias (2006, p.159), o desenvolvimento se dá como processo de formação de Estados e construção de nações, o que em longo prazo pode mostrar que cada surto de integração de grupos humanos antes independentes, ou menos dependentes, ou menos reciprocamente dependentes, conjuga-se a uma série de tensões e conflitos específicos, lutas de equilíbrio de poder que não são acidentais, mas estruturalmente concomitantes com o movimento em direção à maior interdependência das “partes” de um “todo”. Afinal, se dois grupos passam a depender mais um do outro, cada um deles tem razões para temer ser dominado, ou menos aniquilado, pela sua contraparte. Nesse sentido, a disputa pode resultar, depois de muitos testes de força, numa fusão; ou pode levar ao completo desaparecimento de um deles, na nova unidade derivada do embate.

Logo, Sen (2000, p.28), destaca que para uma concepção adequada de desenvolvimento, este deve ir muito

além da acumulação de riqueza e do crescimento do Produto Nacional Bruto e de outras variáveis relacionadas à renda. Contudo, o presente autor não desconsidera a importância do crescimento econômico e direciona suas análises para além deste viés interpretativo, em que o desenvolvimento pode ser visto como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas possam desfrutar sejam elas econômicas, sociais, culturas e políticas.

Seguindo essa noção de liberdade, proposta pelo autor, pode-se perceber que a concepção de desenvolvimento deve englobar, fundamentalmente, a importância avaliativa da liberdade, quando o mesmo destaca a necessidade de se entender a notável relação empírica que vincula os diferentes tipos de liberdades, sejam elas as liberdades políticas (na forma de liberdade de expressão e eleições livres) que ajudam a promover a segurança econômica; as oportunidades sociais (na forma de serviços de educação e saúde) que também venham a facilitar a participação econômica e; a própria facilidade econômica (na forma de oportunidades de participação no comércio e na produção) que ajudem a gerar a abundância individual, além de recursos públicos para os serviços sociais, uma vez que ter mais liberdade melhora o potencial das pessoas para cuidar de si mesmas e para influenciar o mundo em questões centrais para o processo de desenvolvimento (SEN, 2000, p.33).

Finalmente, pode-se observar que desenvolvimento aliado à igualdade e diversidade somente serão linhas mestras na sociedade contemporânea a partir de uma nova visão e concepção de liberdade, concebida por meio da colaboração, integração e interdependência dos diversos atores envolvidos nesse contexto, engendrada por novos discursos e relações de poder e postas em prática pelo fortalecimento das organizações não estatais.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que a complexibilidade da estrutura social é que vai determinar qual a melhor forma de orientar o desenvolvimento de uma nação, lembrando que esta mesma nação é a soma das partes, ou seja, de todo um complexo de Comunidades, Municípios, Regiões e Estados. Logo, frente à pluralidade dos segmentos sociais, até mesmo ambientais é que definirão qual melhor forma de gerir os recursos públicos por meio de políticas públicas para a indução do processo de desenvolvimento.

Cabe destacar, que ao desencadear este processo de desenvolvimento, os atores locais terão mais condições para definir o seu futuro e dos seus pares, logo, é de notória necessidade a criação de espaços de concertação que tragam equilíbrio aos arranjos coletivos criados. Como exemplo destes arranjos, podem-se citar, os conselhos territoriais, além dos conselhos municipais, que pressupõe como um dos seus papéis a orientação das tomadas de decisões sobre qual melhor forma de utilizar os recursos públicos e de outras fontes que por ventura venha a somar para execução do Plano de Desenvolvimento.

Toda esta preocupação em relação à passagem do equilíbrio de poder de uma esfera mais centralizada para uma esfera mais próxima do local é de suma importância, pois inevitavelmente surgirão novos atores políticos, agora

locais, que poderão se sobrepor aos demais, para fazer valer suas vontades.

Assim, qualquer forma de descentralização dos espaços políticos de tomada de decisão, sejam eles, regionais, territoriais, ou mesmo locais, devem vir acompanhada de toda uma reflexão política e educacional sobre o papel de cada representante, dentro de uma perspectiva de aumentar a eficiência na comunicação destes com a sua base sem, contudo, deixar de contemplar o todo.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, Sérgio. *As cores de Ercília: esfera pública, democracia, configurações pós-nacionais*. Belo Horizonte: editora da UFMG, 2003.
- COWEN, M. P.; SHENTON, R. W. *Doctrines of development*. London and New York: Routledge, 1996.
- DONALDSON, Lex. Teoria da contingência estrutural. In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. (Orgs). *Handbook de estudos organizacionais: modelos de análise e novas questões em estudos organizacionais*. v.1. São Paulo: Atlas, 1999.
- ELIAS, Norbert. *Escritos & Ensaio I: estado, processo, opinião pública*. (Org. Neiburg e Waizbort), Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.
- MALUF, Renato. Atribuindo Sentido(s) à noção de desenvolvimento econômico. In: **Estudos Sociedade e Agricultura**. n.15, out., Rio de Janeiro: UFRJ/CPDA, 2000. pp.53-86.
- MATOS, A. G. *Organização social de base: reflexões sobre significados e métodos*. Brasília: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural - NEAD. Brasília: Editora Abaré, 2003. 104p.
- OLIVEIRA, Humberto. A gestão social das políticas públicas no meio rural brasileiro. In: SCHNEIDER, Sergio; SILVA, Marcelo Kunrath; MARQUES, Paulo Eduardo Moruzzi (org.). **Políticas públicas e participação social no Brasil rural**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 252p.
- SACHS, I. Em busca de novas estratégias de desenvolvimento. In: **Estudos Avançados**. v.9, n.25. São Paulo: Edusp, 1995. pp29-58.
- SEN, Amartya. *Desenvolvimento como Liberdade*. São Paulo: Cia das Letras, 2000.
- SOUZA, M. L. A teorização sobre o desenvolvimento em uma época de fadiga teórica, ou: sobre a necessidade de uma “teoria aberta” do desenvolvimento sócio-espacial. In: **Território**. Rio de Janeiro: LAGET-UFRJ, n.1, v.1, Jul-Dez., 1996. pp05-35.

VII. COPYRIGHT

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

INCIDÊNCIA DA TUBERCULOSE ASSOCIADA ÀS CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS E AMBIENTAIS EM CAMPINA GRANDE-PB

LUCIANA DE LUNA COSTA¹; RENILSON TARGINO DANTAS¹
1- UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
lucianadeluna@gmail.com

Resumo - Este artigo apresenta as características demográficas e ambientais no que se refere aos parâmetros climáticos da incidência de tuberculose na cidade de Campina Grande-PB entre os anos de 2006 e 2012. Foram coletados dados sobre os casos de tuberculose nesse período assim como dos parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação. Foi observado que, assim como ocorre com o padrão mundial, homens e adultos jovens são mais acometidos pela doença que as mulheres e demais faixas etárias. Quanto maior o nível de escolaridade, menor a incidência da doença nos indivíduos. Através da distribuição geográfica nos bairros da cidade, percebeu-se que o bairro de maior número de casos é onde está localizado o complexo prisional do município, fator que remete a maior influência dos fatores biológicos, como os contatos entre os doentes, como causa da propagação da infecção. Quanto à associação das variáveis meteorológicas sobre os casos de tuberculose na cidade, no período observado não houve uma influência de grande significado. É característico da região, pela sua localização, não apresentar grandes variações sazonais de temperatura, como ocorrem em outras regiões do mundo, não sendo, portanto, o fator de maior intensidade na incidência da doença.

Palavras-chave: Tuberculose. Biometeorologia. Incidência. Sistema de Informação Geográfica.

I. INTRODUÇÃO

A saúde, em aspecto coletivo, está ligada às condições de vida de uma população. Por tal razão, problemas relacionados à saúde são construídos por fatores biológicos, ambientais, sociais e econômicos. Cada fator relaciona-se e atua sobre os diferentes problemas de saúde de forma diferenciada, mas associada.

Há muitas enfermidades que apresentam interações com a paisagem onde ocorrem, principalmente devido à relação entre a manutenção do ciclo de vida dos vetores na natureza, à presença humana e seu estilo de vida.

Um sistema de vigilância da saúde, orientado por um modelo de análise de situações de risco em substituição ao modelo de risco individual, utiliza o espaço como referência e tem um maior poder explicativo por expressar diferentes acessos aos bens e serviços de infraestrutura urbana evidenciando, dessa forma, as desigualdades existentes no interior dos municípios. Além disso, possibilita o planejamento de intervenções e monitoramentos seletivos

conforme as reais necessidades de áreas menores, como os bairros.

A Epidemiologia Paisagística parte da premissa de que, se conhecendo as exigências ambientais dos transmissores e reservatórios de doenças, é possível prever riscos epidemiológicos através do conhecimento das variáveis ambientais. Muitas destas variáveis podem ser qualificadas e quantificadas através do uso de Geoprocessamento que apresenta grande potencial por ser baseado em tecnologias de custo relativamente baixo e pelo conhecimento ser adquirido de forma local (APARICIO, 2001).

Em nível populacional a saúde introduz-se na noção mais ampla de condições de vida, por isso saúde e problemas relacionados, são construídos socialmente por diferentes processos. Os fatores gerais envolvidos nesse processo são os da biologia humana, do ambiente, dos modos de vida e do sistema de serviços de saúde. Difere em termos de importância, cada fator, de acordo com o tipo de enfermidade, mas todos interagem e atuam sobre todos os problemas de saúde de forma integrada (SANTOS e BARCELLOS, 2006).

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), ferramenta usada para a manipulação de informações espacialmente apresentadas, permite o mapeamento das doenças e contribuem na estruturação e análise de riscos socioambientais para doenças como a tuberculose.

O problema da tuberculose no Brasil reflete o nível de desenvolvimento social do país, onde as falhas de organização do sistema de saúde e deficiência de gestão, além dos determinantes do estado de pobreza, limitam a ação da tecnologia e inibe a queda constante das doenças marcadas pelo contexto social, quadro agravado ainda pela epidemia de AIDS e pela multirresistência do bacilo às drogas (FUNASA, 2002).

Apesar do número de casos de tuberculose ter diminuído o índice da doença a nível mundial continua grande. Em 2011, havia uma estimativa de 8,7 milhões (equivalente a 125 casos/100mil hab.) de novos casos de tuberculose e 1,4 milhão de mortes. O progresso dos números de forma global também esconde variações regionais: África e Europa não estão no bom caminho para reduzir à metade os níveis de mortalidade de 1990 em 2015 (WHO, 2012).

A *World Health Organization* (2012) identificou que do número de casos ocorridos em 2011, 59% estão na Ásia e 26% na África, uma menor proporção de casos aconteceu na Região do Mediterrâneo Oriental (7,7%), Europa (4,3%) e Américas (3%). A taxa de declínio entre 2010 e 2011 foi de 0,5% na Região do Mediterrâneo Oriental, 2,0% na Região do Sudeste da Ásia, 2,3% na região do Pacífico Ocidental, 3,1% na África, 3,8% nas Américas e 8,5% por ano na União Europeia.

As taxas de incidência dos municípios paraibanos para a tuberculose acompanham os municípios com maior quantidade de pessoas. Cidades como a capital, João Pessoa, e Patos, no sertão do estado apresentaram taxa de incidência em 2005, de mais de 50 casos por 100mil/hab. Campina Grande e Sousa apresentaram mais de 30 casos por 100mil/hab., situações que não estão de acordo com as metas do ministério da saúde. Embora ainda fora das metas, a Paraíba tem, de forma geral, melhor situação que o Nordeste e o Brasil, comparativamente. Campina Grande, em 2003, apresentou um percentual de cura de 72,4%, abaixo da meta nacional de 85% (BRASIL, 2007). A cidade está entre os seis municípios prioritários para o Programa Nacional de Controle da Tuberculose, na Paraíba. (BRASIL, 2005).

Um estudo do tipo agregado, observacional, longitudinal com séries temporais tem utilizado cada vez mais técnicas estatísticas para verificar correlações entre variáveis, para modelar séries temporais, obter distribuições espaciais e identificar agrupamentos espaço-temporais (RODRIGUES JÚNIOR, 2007). Existe um efeito importante da cronologia na evolução da incidência de doenças, como também das contribuições climatológicas, ambientais e antropológicas.

Campina Grande, na Paraíba, interliga várias cidades e é rota de passagem para outros estados, além de se destacar como importante cidade do interior do Nordeste brasileiro. O grau de conectividade e importância de uma cidade, em geral, tem um efeito nos processos de difusão de doenças, ou seja, quanto mais conectada, maior será a rapidez com que ela é atingida, especialmente pelas enfermidades infectocontagiosas.

Entre as doenças infectocontagiosas, a situação da tuberculose é considerada grave. O Brasil é o país latino americano com maior número de casos e com grande registro de óbitos anuais por essa enfermidade.

Este estudo adotará o pressuposto de que a distribuição geográfica da tuberculose não é uniforme, havendo tendência à concentração dos casos em determinados espaços, o que faria com que certas áreas estivessem sujeitas a risco diferenciado com relação ao adoecer.

O objetivo deste trabalho é analisar a influência de variáveis ambientais, socioeconômicas e demográficas, utilizando-se da distribuição espacial, no contexto da tuberculose em Campina Grande – PB dos anos de 2006 a 2012.

II. PROCEDIMENTOS

Localização da Área de Estudo

A área objeto do estudo localiza-se em Campina Grande-PB (Figura 1), situada a 7°13'50" latitude Sul e 35°52'52" longitude Oeste, 551m de altitude, com uma população de aproximadamente 385.213 habitantes e com área de 594 km² (IBGE, 2010).

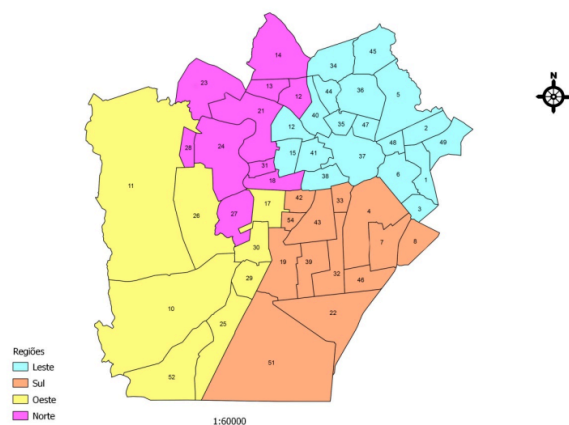


Figura 1 - Mapa de Campina Grande-PB, com a subdivisão dos bairros dividida originalmente no arquivo shapefile utilizado: (1- Monte Castelo, 2- Castelo Branco*, 3- Mirante, 4- Catolé, 5- Jardim Tavares, 6- José Pinheiro, 7- Sandra Cavalcante*, 8- Vila Cabral, 10- Três Irmãs, 11- Serrotao, 12- Jeremias, 13- Araxá, 14- Cuités, 15- Monte Santo, 16- Bela Vista, 17- Santa Rosa, 18- Centenário, 19-Cruzeiro, 21- Universitário, 22- Distrito Industrial, 23- Novo Bodocongô*, 24- Bodocongô, 25- Acácio Figueiredo, 26- Malvinas, 27- Dinamérica, 28- Ramadinha, 29- Presidente Médici, 30- Santa Cruz, 31- Pedregal, 32- Tambor, 33- Estação Velha, 34- Jardim Continental, 35- Conceição, 36- Alto Branco, 37- Centro, 38- São José, 39- Jardim Paulistano, 40- Palmeira, 41- Prata, 42- Quarenta, 43- Liberdade, 44- Louzeiro*, 45- Nações, 46- Itararé, 47- Lauritzen*, 48- Santo Antônio, 49- Nova Brasília, 51- Velame, 52- Cidades, 54- Jardim Quarenta*).

* Bairros que não são citados nos dados da Secretaria Estadual de Saúde.

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, que pretendeu identificar e analisar uma possível relação entre casos de Tuberculose, no que diz respeito as possíveis relações destes com o espaço, o ambiente e com características socioeconômicas da população campinense.

Utilizou-se um estudo do tipo ecológico para analisar as relações entre saúde e espaço. As características estudadas são os atributos de uma população e do ambiente onde esta está inserida. Padrões de mortalidade e morbidade e a difusão de doenças são exemplos de condições que só podem ser explicados levando-se em consideração níveis ecológicos, pois medidas de atributos individuais não satisfazem os processos envolvidos na relação saúde-doença de uma população (SANTOS e BARCELLOS, 2006).

Os estudos ecológicos tornam-se úteis para detectar áreas com número elevado de doenças, para identificar fatores de risco coletivo que expliquem esses excessos de casos, para formular hipóteses sobre a etiologia de doenças e para testar essas hipóteses com diferentes metodologias. Possibilita não só a vigilância dos indivíduos de risco, mas também uma visão antecipada do risco coletivo. Tal perspectiva possibilita identificar a causa de doenças em grupos populacionais, e não apenas nos indivíduos (SANTOS e SOUZA, 2007).

Os dados dos casos de tuberculose (excluindo-se identificação do paciente e seu endereço) foram obtidos através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), no núcleo de epidemiologia da Secretaria Estadual de Saúde, 3º núcleo regional, na cidade de Campina Grande-PB.

Os dados de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar referentes ao período de 2006 a 2012 foram coletados na estação meteorológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Foi utilizado um arquivo *shapefile* (shp) da cidade de Campina Grande-PB, com sua divisão em bairros. Optou-se pelo uso de um Software livre ou Open Source que são os que o código fonte do software é distribuído e os termos de licença permitem que o software seja modificado e redistribuído com as mesmas liberdades do software original. Além do custo baixo, ou quase nulo, os softwares livres apresentam as vantagens de acesso dos usuários as ferramentas SIG e disponibilidade cada vez maior de insumos.

Selecionou-se o Quantum GIS (QGIS) que é sistema de informação geográfica open source. O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGEO).

Os dados da população de Campina Grande-PB distribuídos por bairro, foram obtidos através do censo 2010 do IBGE e para os demais anos usou-se a estimativa através da equação de crescimento geométrico com componente anual, de acordo com Cerbino Neto (2003).

$$P_n = P_0(1+r)^n \quad (2.1)$$

Onde r é a taxa de crescimento anual, n o número de anos, P_0 a população inicial e P_n a população do ano a ser estimada.

A incidência anual de Tuberculose (T_x) nos bairros da cidade foi calculada utilizando-se a transformação de Freeman-Tukey, recomendada por Cerbino Neto (2003), para que amenize as excessivas flutuações naturais de áreas menores como os bairros:

$$T_x = \frac{\sqrt{\left[\left(\frac{n^2 \text{ de casos de TB}}{\text{população}}\right) * 100000\right]} + \sqrt{\left[\left(\frac{n^2 \text{ de casos de TB} + 1}{\text{população}}\right) * 100000\right]}}{2} \quad (2.2)$$

Para correlacionar as ocorrências de tuberculose no período estudado com os elementos meteorológicos, os dados foram selecionados considerando-se as ocorrências mensais dos casos da doença notificados de 2006 a 2012 correlacionando-os de forma direta com as médias mensais de temperatura do ar e umidade relativa, e os totais de precipitação em cada mês.

O coeficiente de correlação amostral é uma medida de associação linear entre duas variáveis e não depende da unidade de mensuração. O coeficiente de correlação amostral para a i -ésima e k -ésima variável, é definido por:

$$r_{ik} = \frac{S_{ik}}{\sqrt{S_{ii}}\sqrt{S_{kk}}} = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i)^2} \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{jk} - \bar{x}_k)^2}} \quad (2.3)$$

Os valores de r devem ficar entre -1 e +1; se $r = 0$, implica em inexistência de associação linear entre as variáveis. Por outro lado, o sinal de r , indica a direção da associação, os valores de r_{ik} não se alteram com a alteração da escala de uma das variáveis.

Fez-se uso do software SPSS versão 20 para Windows®, onde a variável dependente (tuberculose) foi correlacionada com todas as variáveis independentes (meteorológicas).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De janeiro de 2006 a dezembro de 2012, Campina Grande-PB apresentou 955 casos de Tuberculose (TB). A incidência da doença no período variou entre 31 e 40,23. Do total de casos, 779 foram da forma pulmonar, 157 extrapulmonar e 18 ambas as formas e em um caso não foi descrita a forma da doença. Os casos novos corresponderam a 80,73% do total.

Registrou-se 641 casos do gênero masculino e 314 do gênero feminino. Em todos os anos pesquisados o número de homens com a doença foi superior ao de mulheres. Tais números seguem os padrões mundiais, a Organização Mundial de Saúde computou em 2011, 1,6 milhões mortes por Tuberculose no mundo, sendo que menos da metade, 0,5 milhões eram mulheres (WHO, 2012).

Uma razão de aproximadamente o dobro de casos no sexo masculino (317) em relação ao sexo feminino (163) também foi observada por Kipp *et al.*, (2011) na Tailândia. De forma geral, a Tuberculose é mais comum entre os homens do que as mulheres na maior parte dos estudos realizados em diversas localidades do mundo (KHAN *et al.*, 2013).

Tal fato tem sido associado à ingestão de álcool, que é maior no gênero masculino. A Tuberculose é a principal causa de morte entre os usuários abusivos de álcool. Apenas 10% das pessoas infectadas com *M. tuberculosis* desenvolvem a doença, isto ocorre quando o sistema imunológico não é capaz de combater a infecção. O uso de álcool de forma abusiva é um fator de risco para um sistema imunológico deficiente, e aumenta a suscetibilidade de uma pessoa à infecção por TB bem como para a reativação da doença latente, além de agravar o curso da doença (REHM *et al.*, 2009).

Entre os anos avaliados nessa pesquisa 52,13% (498) dos casos encontram-se em indivíduos de 21 a 40 anos, é comum a enfermidade afetar principalmente adultos nas faixas etárias economicamente produtivas (WHO, 2012). Dados semelhantes foram encontrados em estudo realizado em município no sul da Etiópia, 47 a 57% dos indivíduos estavam na faixa etária dos 21 aos 40 anos (KHAN *et al.*, 2013)

No grupo estudado, 381 pessoas apresentam o ensino fundamental incompleto e 113 indivíduos informaram possuir ensino fundamental completo. Esse dado torna-se relevante no que diz respeito a uma possível ausência de conhecimento sobre a prevenção, controle e forma de tratamento da doença, visto que quanto maior a escolaridade do indivíduo mais condições de acesso a informações sobre a enfermidade terá.

Um estudo no sul da Tailândia demonstrou através de análise quantitativa que pacientes com TB apresentavam baixos níveis de escolaridade. Corresponde a 73,2% a quantidade de indivíduos que não apresenta formação escolar ou apenas os níveis iniciais de instrução formal (KIPP *et al.*, 2011).

Campina Grande, assim como João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Patos e Cajazeiras são classificados como municípios prioritários no controle de TB no estado da Paraíba. Os municípios prioritários adotaram a estratégia de tratamento conhecida como DOTS (Directly Observed Therapy Short-Course) a partir de 1999. Nos anos em estudo, dos 955 casos observados na cidade, 74,03%

estavam sendo submetidos ao tratamento observado por um profissional da área.

A observação direta do tratamento, como propõe o DOTS é dificultada por fatores econômicos no caso do acesso do paciente ao sistema de saúde e também nas condições físicas e de equipamentos das equipes de saúde conseguirem fazer um atendimento domiciliar especialmente em locais mais distantes da unidade básica de saúde.

Entre o total de pacientes registrados, 10% estão institucionalizados em ambiente prisional. Para que se consiga controlar a disseminação da tuberculose deve-se eliminar as fontes de infecção, interrompendo a cadeia de transmissão da doença. A enfermidade e a sua disseminação predominam nas populações mais vulneráveis e nos locais com más condições de vida, pouco ventilados, com aglomerados de pessoas, dificuldades de informação e de acesso à saúde. As unidades prisionais são ambientes com essas características além de apresentarem alta prevalência de HIV. Fatores como o acesso, a oferta e a qualidade do serviço de saúde, por vezes é limitado pelas questões organizacionais e de segurança interna da cadeia, a motivação dos profissionais e a percepção que os doentes têm de seus sintomas também são agravantes no processo de tratamento (SÁNCHEZ *et al.*, 2007).

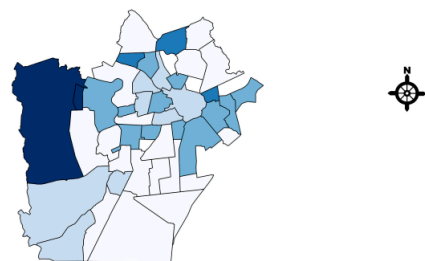
O abandono do tratamento muitas vezes é facilitado pela constante transferência de casos de uma unidade prisional para outra, como consequência pode surgir formas resistentes, além de incrementar a transmissão da doença. O atendimento na maioria das unidades prisionais é realizado pelos Programas Municipais de Controle da Tuberculose, que acontece fora das prisões o que não é adequado. A falta de prioridade frente ao problema crônico da tuberculose dificulta o controle da doença nas prisões, gerando insegurança e receio para a comunidade em geral (SÁNCHEZ, DIUANA, LAROUZÉ, 2010).

Quando analisada a distribuição dos casos de tuberculose nos bairros da cidade através do uso de mapas temáticos de classes definidas por separações manuais, que levam em consideração a variância presente no conjunto dos valores e na determinação dos intervalos dos dados e separam melhor atributos diferentes e agregam os semelhantes percebe-se o aglomerado de casos no bairro onde localiza-se a maior unidade prisional da cidade. Esses mapas foram usados para evidenciar com maior eficiência os padrões de distribuição da incidência municipal de TB.

Quanto à incidência de tuberculose, os bairros do Serrotão (24,4) e do Monte Santo (23,7) e o centro da cidade (20,8) apresentaram maior incidência da tuberculose em 2006, com os valores maiores para este ano.

No ano posterior, 2007, o padrão de ocorrência se repetiu no bairro do Serrotão (26,1), com elevação da incidência no bairro de Santo Antônio de 16,5 para 21,6 e diminuição no centro da cidade (18,8) e no Monte Santo (13,7).

Em 2008, Serrotão e a área próxima, o bairro da Ramadinha apresentou maior incidência, 31,8 e 25,6 respectivamente. No ano de 2009, Serrotão (27) e Ramadinha (31,9) continuaram com a maior incidência do período (Figura 2). Em 2010, Serrotão (31,8) e Ramadinha (28,7) permanecem com a maior incidência.

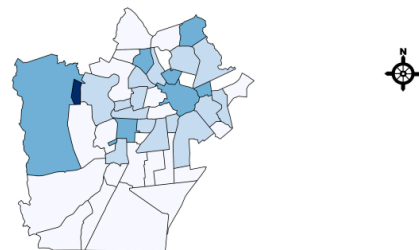


INCIDENCIA 2009
□ 3,48 - 9,17
□ 9,17 - 14,86
□ 14,86 - 20,55
□ 20,55 - 26,24
■ 26,24 - 31,94

1:100000

Figura 2 - Incidência de Tuberculose nos bairros de Campina Grande-PB em 2009

Já em 2011 ocorre uma pequena diminuição, mas os dois bairros permanecem com os maiores índices, no Serrotão (28,7), e (21,2) na Ramadinha. O ano de 2012 é o único em que há uma considerável diminuição da incidência de casos no bairro do Serrotão (20,4) mas no bairro vizinho, Ramadinha, há um incremento da incidência chegando ao maior valor no período estudado (38,8), como mostra a Figura 3.



INCIDENCIA 2012
□ 2,81 - 10,01
□ 10,01 - 17,21
□ 17,21 - 24,42
□ 24,42 - 31,62
■ 31,62 - 38,83

1:100000

Figura 3- Incidência de Tuberculose nos bairros de Campina Grande-PB em 2012

Os mapas demonstram certo padrão na zona oeste da cidade em apresentarem por anos consecutivos a maior incidência da doença. Quando se leva em consideração a população desses bairros, para a execução do cálculo da incidência, percebe-se que não são os de maior população. O bairro do Serrotão conta apenas com 1,8% da população da cidade, segundo o censo de 2010, enquanto a Ramadinha 0,6%.

O bairro do Serrotão que conta apenas com 6.911 habitantes (IBGE, 2010), aparece em seis dos sete anos estudados como o bairro com maior incidência de casos. Tal fato pode ser justificado pelo bairro apresentar o complexo presidiário da cidade e como o número de contatos é fator de grande importância para o adoecimento, tais condições dos indivíduos institucionalizados nesse local favorecem a transmissão da doença.

Queiroga (2009), estudando os casos de TB em Campina Grande, dos anos de 2004 a 2007, observou que a incidência da doença não está diretamente relacionada com os padrões de condição de vida, visto que bairros classificados com melhores condições de vida a exemplo de Palmeira, Centro e Prata, apresentaram elevada notificação em determinados anos de sua pesquisa. A hipótese mais provável é que tenha havido subnotificação na busca de

casos em outras áreas classificadas com piores condições de vida.

Tal informação não coaduna com os dados dos anos aqui estudados, visto que, Ramadinha é um bairro que não conta com uma infraestrutura adequada, além de apresentar, em sua maioria, moradores de baixa renda.

Em Manaus, Oliveira e Gonçalves (2013) detectaram sobre os casos de tuberculose, que na categoria de renda inferior a um salário mínimo esteve presente 30,8% dos indivíduos analisados e a fonte dessa renda foi aposentadoria e programa Bolsa Família/outros benefícios sociais em 38,5%. Os fatores sociais e ambientais refletem o perfil do grupo de casos estudados. O aspecto ambiental denota o contexto social desses pacientes, tornando esses fatores tão entrelaçados que, muitas vezes, a classificação do fator social ou ambiental é apenas uma questão de semântica. Esses fatores permitem a escolha das melhores intervenções de saúde, possibilitando a prevenção e minimização dos riscos, contribuindo assim, para o cuidado desenvolvido pela equipe multidisciplinar de cuidados ao paciente com TB.

De forma geral, quanto maior a temperatura e a amplitude térmica haverá menos possibilidade de transmissão de doenças do trato respiratório. E quanto maior a umidade relativa do ar e a precipitação, maiores chances de transmissão desses tipos de enfermidades. No presente estudo, as correlações com as condições climáticas não foram tão significativas quanto o que preconiza a literatura sobre as infecções respiratórias agudas, por exemplo, (Tabela 1). Observa-se uma pequena influência da temperatura máxima e da amplitude térmica sobre os casos da doença. E uma pequena relação só que de modo inverso, entre a doença e a umidade relativa e a precipitação.

Tabela 1 - Matriz para os coeficientes de correlação dos casos de Tuberculose e dos parâmetros meteorológicos analisados

| | Tuber- culose | Temp. Max. | Temp. Min. | U.R. Média | Prec. | Amplitude Térmica |
|-------------------|------------------|------------|------------|------------|--------|-------------------|
| Tuberculose | 1 | | | | | |
| Temp. Max. | 0,108 | 1 | | | | |
| Temp. Min. | 0,051 | 0,798 | 1 | | | |
| U.R. Média | -0,045 | -0,764 | -0,306 | 1 | | |
| Prec. | -0,044 | -0,506 | -0,057 | 0,721 | 1 | |
| Amplitude Térmica | 0,122 | 0,857 | 0,374 | -0,915 | -0,730 | 1 |

Do ponto de vista biológico, a inalação de partículas em suspensão no ar, contendo os bacilos eliminados pelo indivíduo infectado (gotículas de Pflügge) através da tosse, do espirro ou outras manobras respiratórias é a principal via de contaminação. Partículas maiores depositam-se no chão e as menores sofrem evaporação, dando origem ao núcleo seco de Wells, que contém bacilos, que ao serem inalados poderão chegar aos alvéolos (ALMEIDA *et al*, 2005).

Séries temporais têm sido utilizadas em biometeorologia e epidemiologia ambiental, principalmente para a detecção de efeitos em curto prazo da ação do tempo e clima sobre a saúde respiratória dos indivíduos. Temperatura e umidade relativa do ar foram usadas para avaliar a relação existente entre clima e sintomas respiratórios em crianças. Schlink *et al* (2002) demonstraram o quanto a dinâmica sazonal de sintomas respiratórios em uma população de crianças é controlado por parâmetros ambientais.

Tais autores concluíram que a temperatura e a umidade, associadas aos índices de poluição do ar correlacionavam-se com os sintomas respiratórios encontrados na população estudada.

Em países com maior amplitude térmica e estações do ano mais definidas do ponto de vista climático, observa-se maior influência das condições atmosféricas sobre as doenças. A influência pode estar na sobrevivência e na reprodução do patógeno em seus portadores. Em estudo semelhante, realizado na Nigéria, foi observado que os casos de mortalidade por TB e outras doenças alcançou um pico no período mais frio do ano, a estação chuvosa apresentou maior número de casos de TB que a estação seca.

Do ponto de vista da transmissão da enfermidade, percebe-se que na cidade de Campina Grande-PB o contato com os portadores é o fator de maior impacto na transmissibilidade da doença. Na maioria dos anos estudados, observou-se que o bairro onde se localiza o presídio masculino e feminino é o de maior incidência, e a população deste bairro, excluindo o ambiente prisional, é uma das menores da cidade.

IV. CONCLUSÃO

Os casos de tuberculose em Campina Grande-PB seguem, de forma geral, os padrões de faixa etária e sexo do país e grande parte dos países nos levantamentos da Organização Mundial de Saúde.

A área oeste da cidade se destacou em todos os anos como local de maior incidência da doença.

As variáveis meteorológicas agem de forma conjunta influenciando minimamente os casos de tuberculose, entretanto, é necessário levar em considerações os outros fatores etiológicos da doença para determinar de forma completa sua causa.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, P. de; OLIVEIRA, M. M.; HINRICHSEN, S. L.; KAWASSAKI, A. de M. e LIMA, E. H. M. de. **Tuberculose**. In: HINRICHSEN, Sylvia Lemos. Doenças Infecciosas e Parasitárias. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro – RJ. p. 281-296. 2005
- APARÍCIO, C. **Utilização de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Orbital para análise espacial de paisagens com incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana**. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. 2001
- BRASIL. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: Relatório de situação: Paraíba**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde: Brasília, 2005.
- BRASIL. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: Relatório de situação: Paraíba**. Secretaria de Vigilância em Saúde. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2007
- CERBINO NETO, J. **Fatores associados à incidência de leishmaniose visceral em Teresina-PI na década de 90**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, 2003.
- FUNASA. **Tuberculose - Guia de vigilância epidemiológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Informação Geográfica. Ministério do Planejamento. IBGE,

2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso: 30 nov 2013.

KHAN, A. Q.; WAKO, A.; AYALEW, B.; TEFERA, M.; TADESSE, Y. **Prevalence of Tuberculosis in Males and Females in Arba Minch Town of South Ethiopia**. J. Med. Sci., v. 13, n.5, 2013.

KIPP, A.M.; PUNGRASSAMI, P.; NILMANAT, K.; SENGUPTA, S.; POOLE,C.; STRAUSS, R.P.; CHONGSUWIVATWONG, V.; VAN RIE, A. **Socio-demographic and AIDS-related factors associated with tuberculosis stigma in southern Thailand: a quantitative, cross-sectional study of stigma among patients with TB and healthy community members**. BMC Public Health, v. 11, n.675, 2011.

OLIVEIRA, N. F e GONÇALVES, M.J.F. **Fatores sociais e ambientais associados à hospitalização de pacientes com tuberculose**. Rev. Latino-Am. Enfermagem, n. 21, v.2, 2013

REHM, J; SAMOKHVALOV A. V.; NEUMAN M. G.; ROOM, R.; PARRY, C.; LÖNNROTH, K.; PATRA, J.; POZNYAK, V.; POPOVA, S. **The association between alcohol use, alcohol use disorders and tuberculosis (TB). A systematic review**. BMC Public Health, v. 9, n. 450, 2009.

QUEIROGA, R.P.F. **Distribuição espacial dos casos de tuberculose e seus determinantes sócio-econômicos na área urbana do município de Campina Grande (PB) - 2004 A 2007**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Mestrado em Enfermagem, 2009.

RODRIGUES JÚNIOR, A. L. **Geopidemiologia da AIDS e das Doenças Oportunistas Transmissíveis na Faixa de Fronteira Brasileira**. Tese (Livre Docência em Medicina Social). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Medicina Social, USP. 2007

SÁNCHEZ, A. R.; MASSARI, V.; GERHARDT, G.; BARRETO, A. W.; CESCOINI, V.; PIRES, J.; ESPÍNOLA, A. B.; BIONDI, E.; LAROUZÉ, B.; CAMACHO, L. A. B.; **A tuberculose nas prisões do Rio de Janeiro, Brasil: uma urgência de saúde pública**. Cad. Saúde Pública, v. 23, n. 3, 2007

SÁNCHEZ, A. R.; DIUANA, V.; LAROUZÉ, B. **Controle de tuberculose nas prisões brasileiras: novas abordagens para um antigo problema**. Cad. Saúde Pública, v. 26, n. 5, 2010.

SANTOS, S. M. e BARCELLOS, C. (Org.). **Abordagens espaciais na saúde pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

SANTOS, S. M. e SOUZA, V. W. (Org.). **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

SCHLINK, U.; FRITZ, G. J.; HERBARTH, O.; RICHTER, M. **Modelagem longitudinal de sintomas respiratórios em crianças**. Int J Biometeorol, v. 47, 2002

WHO. **Global Tuberculosis Report**. World Health Organization: Geneva, 2012

VI. COPYRIGHT

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

EDUCAÇÃO INFANTIL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL – UM OLHAR SOBRE A INSERÇÃO DO LÚDICO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM AS QUESTÕES AMBIENTAIS PARA AS CRIANÇAS DA EDUCAÇÃO INFANTIL

FERNANDA SIQUEIRA DOS SANTOS^{1,2}; EDMAR REIS THIENGO²;
1 – FACULDADE VALE DO CRICARÉ; 2 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO - IFES2
fesiqueiras@bol.com.br;thiengo.thiengo@gmail.com

Resumo - Este artigo tem como objetivo apresentar a relevância da inserção do lúdico para a aprendizagem dos educandos da Educação Infantil (EI) a questões Ambientais. Para isso, faz um estudo da Educação Ambiental (EA) e da Educação Infantil (EI) inserindo-as no contexto escolar de forma que, atividades lúdicas sejam inseridas neste âmbito, proporcionando as crianças um entendimento capaz de fazer com que as mesmas tenham ciência, ainda que nesta etapa da educação, das questões ambientais. Neste sentido, trabalhar de forma lúdica o ensino da Educação Ambiental com as crianças da Educação Infantil possibilita que as mesmas desenvolvam sabedoria e prática ambiental de forma que a consciência ecológica esteja presente desde a raiz do indivíduo até sua fase adulta, conscientizando-as de que o homem é responsável por um ambiente ecologicamente equilibrado.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Educação Infantil. Ludicidade

I. INTRODUÇÃO

O ser humano está cada vez mais envolvido com as tecnologias e produtos industrializados, que direta ou indiretamente facilitam e dão conforto aos homens no dia-a-dia, fazendo com que se perca a relação natural que o indivíduo tinha com a terra e suas culturas. A vida atual com cenários que demonstram as pressões antrópicas que são em sua maioria responsáveis pela poluição e degradação do meio ambiente leva a crer em uma normalidade errônea sobre o meio ambiente, deixando impressão e valores de uso e abuso da natureza.

Como resultados desta situação tornam-se comum os indivíduos jovens, adultos e até mesmo crianças pensarem e agirem de forma a menosprezar o meio ambiente, e fatos como contaminação dos cursos de água, devastação de vegetações e florestas nativas, caças indiscriminadas a animais silvestres são vistos como algo normal no cotidiano das novas gerações.

Neste contexto, surge a necessidade da tentativa de mudança de comportamento do homem em relação ao meio ambiente em que vivemos com objetivo de se alcançar o desenvolvimento sustentável, ou seja, buscar uma gestão

dos recursos do planeta de forma responsável, visando atender as necessidades de gerações atuais e preservando os recursos e interesses das futuras. Isso requer o encontro de atividades econômicas com atividades conservadoras de recursos e energias, tentando manter os níveis de qualidade de vida da população.

Considerando que a Educação Ambiental é de suma importância para um olhar integrado do mundo, o ambiente escolar possui um papel primordial no sentido de proporcionar conhecimentos sobre os fenômenos naturais, as ações humanas e suas consequências para o próprio homem, para seus semelhantes, para os animais e a natureza. É importante que o aluno desenvolva suas potencialidades adotando posicionamentos pessoais com comportamentos sociais positivos próprios, colaborando na edificação de uma sociedade mais justa em um ambiente saudável.

Nesse contexto, a escola através da educação infantil exerce um papel determinante para com a educação ambiental, porque é na educação infantil que as crianças são estimuladas, através de jogos e atividades lúdicas, a se exercitarem e desenvolverem suas capacidades motoras e cognitivas, fazendo descobertas e iniciando o processo de alfabetização e de desenvolvimento da identidade da criança.

II. EDUCAÇÃO INFANTIL, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ATIVIDADES LÚDICAS

Desde a primeira infância, o contato com a natureza é de suma importância tendo em vista a necessidade das crianças terem conhecimento, atitudes e práticas de amor à natureza.

No que se refere à primeira infância, o portal dos direitos da criança e do adolescente diz que: “A Primeira Infância é o período que vai da concepção até os seis anos de idade, fase fundamental para o desenvolvimento da estrutura física, psíquica e de habilidades sociais”. Se a primeira infância é a fase que vai da concepção até os seis anos, entende-se, portanto, que esta fase compreende a Educação Infantil. É um período que a criança vai adquirir experiência para toda sua existência o que vai proporcionar um aprendizado significativo para sua vida. É na primeira

infância que teremos a base para todas as aprendizagens humanas, sendo então necessário um significativo aprendizado nesta fase para que nossa futura geração colha sementes de um ambiente melhor.

Neste âmbito de aprendizagem, surge a necessidade de nossas crianças estarem inseridas no contexto escolar, no caso o da Educação Infantil, para que tenhamos cidadãos conscientes de sua importância para o meio a qual está inserido.

No que se refere à Educação Infantil, o artigo 29 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (9.394/96) enfatiza que:

“Art. 29. A educação infantil, primeira etapa da educação básica, tem como finalidade o desenvolvimento integral da criança de até 5 (cinco) anos, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013)”.

Sendo então, a Educação Infantil a primeira etapa da educação básica, é imprescindível que se insira desde cedo à questão da Educação Ambiental em nossas escolas para que se trabalhe de forma lúdica e prazerosa conceitos relevantes de Educação Ambiental proporcionando aos educandos consciência plena sobre o meio a qual ele vive e assim conscientizá-lo da importância que a Educação Ambiental tem para com as nossas vidas.

Por ser a escola um valioso mecanismo de conhecimento, trabalhar a Educação Ambiental de forma que as crianças aprendam e desenvolvam atitudes e ações que atendam nossos anseios se faz necessário. É na escola que se tem o melhor ambiente para implementar a consciência de preservação do meio. É através da pré-escola que as crianças estão formando valores e conceitos e consequentemente teremos cidadãos pensantes e críticos.

Assim, segundo Rodrigues,

“a criança na idade pré-escolar encontra-se em formação inicial de seus conceitos e valores [...], identificando-se e envolvendo-se com sua realidade. Nesse sentido, torna-se essencial que a educação ambiental crítica, dialógica, já faça parte da sua realidade, para que a criança possa criar e se expressar nessas relações, ampliando sua rede de relações e sua visão de mundo [...]” (RODRIGUES, 2007).

Esta visão de mundo, neste caso, das questões ambientais, deverão ser inseridas e colocadas em prática no processo de ensino-aprendizagem da criança através da educação escolar, ou seja, da Educação Ambiental.

O termo Educação Ambiental surgiu com a preocupação aos problemas ambientais existentes decorrentes a um conjunto de fatores como o processo de produção industrial, crescimento técnico, científico e muitos outros fatores que contribuíram para problemas ambientais existentes na nossa sociedade. Desde então, muitos documentos discutem, tratam e direcionam a Educação Ambiental, como a Conferência de Estocolmo, a Conferência Rio-92, a Agenda 21, dentre outros.

Neste período, havia a impressão que o meio ambiente era uma fonte inesgotável de recursos para suprir a necessidade de desenvolvimento, desejos, conforto e

consumos. Foi então que, na capital da Suécia, Estocolmo, em 1972, aconteceu a primeira atitude mundial de preservação do meio ambiente, “Conferência de Estocolmo”, a qual teve como objetivo a conscientização da sociedade a melhor condição do meio ambiente a fim de atender os anseios da população presente sem comprometer as gerações futuras.

Esta conferência foi de suma importância tendo em vista que a partir daí pensamentos sobre a Educação Ambiental tiveram discussões, análises e atitudes comprometedoras ao redor do mundo, para o bem do homem, do ambiente e do planeta.

A conferência Rio-92 realizou-se em 1992 na cidade do Rio de Janeiro e teve como meta a discussão sobre desenvolvimento sustentável e de como reverter o atual processo de degradação ambiental. Esta foi considerada como a maior reunião de chefes de Estado com governantes de diversos países e a presença de Organizações Não Governamentais (ONGs) e da participação da sociedade civil organizada.

Acordos, Convenções e Protocolos foram firmados durante esta conferência, sendo que o mais significativo foi a chamada Agenda 21, na qual as nações se comprometiam a adotar métodos para a proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica e assim, criar-se-ia um Fundo para o Meio Ambiente, para ser o suporte financeiro das metas fixadas. Em nosso país a Agenda 21 dá prioridade a programas de inclusão social, sustentabilidade urbana e rural.

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) criada pela lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 é sancionada e em seus capítulos discorrem sobre a Educação Ambiental no Brasil. Em seu Art. 2º diz:

“A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (PNEA, lei nº 9.795 de 1.999).

Ainda, este documento relata da Educação Ambiental no Ensino Formal. Em seu artigo 9 dispõe que a educação ambiental na educação escolar se desenvolve no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas e engloba a educação básica, infantil, fundamental e médio. Observa-se, portanto que a EA deve estar presente em todos os segmentos e níveis da educação formal de maneira que seja desenvolvida com uma prática educativa integrada.

Neste sentido, por ser a Educação Ambiental um processo permanente e contínuo, Meyer (1992), enfatiza que esta não deverá ser limitada somente a Educação, mas também inseridas e introduzidas na escola inclusive na educação das crianças, sendo uma das formas de desenvolvimento para as mesmas.

Segundo o autor,

“educação ambiental é, portanto, um processo permanente e contínuo, que não se limita à educação escolar, mas, introduzi-la na escola, inclusive na educação infantil, é uma das estratégias para o seu desenvolvimento” (MEYER, 1992).

Se a Educação Ambiental deve ser um processo permanente e contínuo, deverá fazer necessariamente parte

integrante da Educação, é necessária a inclusão desta na educação infantil a fim de se criar estratégias para o desenvolvimento da criança desde a sua fase inicial de escolarização até a sua fase adulta, ou seja, perpetuando sobre toda a sua vida.

É na Educação Infantil que o desenvolvimento da identidade da criança se desenvolve. Assim, sua postura em relação à natureza pode ter suas causas ainda na infância. Segundo Bee (2003, p.508), os anos pré-escolares constituem um período “em que são plantadas as sementes das habilidades sociais e da personalidade da criança”, enfatizando, portanto que os anos iniciais da escolarização são importantes para a formação da criança. Entende-se que o ambiente escolar é de suma importância para a consolidação do processo de aprendizagem ambiental, mas não somente o único, pois a criança também deve ter referência em seu lar para a construção de hábitos corretos sobre o ambiente.

No que se refere a importância da Educação Ambiental para a Educação Infantil pode ser observada no Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI) volume 3 em que o mesmo traz um capítulo sobre a “Natureza e Sociedade”, no qual aborda as relações existentes entre ambos e sugere como os temas propostos podem ser trabalhados, em seus objetivos gerais o RCNEI traz em destaque que a criança precisa: “Observar e explorar o ambiente com atitude de curiosidade, percebendo-se cada vez mais como integrante, dependente e agente transformador do meio ambiente e valorizando atitudes que contribuam para sua conservação” (BRASIL, 1998, vol. 1, p.63), ou seja, nossos educandos precisam ter este olhar para com o meio ambiente, um olhar que seja observador, explorador, para que este perceba que suas ações são e deverão ser transformadoras para o meio ambiente.

O RCNEI, elaborado pelo Ministério da Educação (MEC), se tornando um eixo norteador para a Educação Infantil enfatiza que:

“O trabalho com este eixo, portanto, deve propiciar experiências que possibilitem uma aproximação ao conhecimento das diversas formas de representação e explicação do mundo social e natural para que as crianças possam estabelecer progressivamente a diferenciação que existe entre mitos, lendas, explicações provenientes do “senso comum” e conhecimentos científicos” (BRASIL, 1998, vol. 3, p.167).

Ainda, segundo o RCNEI é através do contato com o mundo que a criança adquire conhecimentos da sua realidade e compartilha conhecimentos com outras pessoas.

“Nos primeiros anos de vida, o contato com o mundo permite à criança construir conhecimentos práticos sobre seu entorno, relacionados à sua capacidade de perceber a existência de objetos, seres, formas, cores, sons, odores, de movimentar-se nos espaços e de manipular os objetos. Experimenta expressar e comunicar seus desejos e emoções, atribuindo as primeiras significações para os elementos do mundo e realizando ações cada vez mais coordenadas e intencionais, em constante interação com outras pessoas com quem compartilha novos conhecimentos” (BRASIL, 1998, vol. 3, p.169).

Ou seja, o documento é de valiosa importância para com a Educação Infantil. É com este referencial que educadores irão desenvolver trabalhos com maior eficácia, atendendo de uma melhor maneira possível as crianças dentro da sala de aula. É um documento que orienta o educador com conteúdos enriquecedores para cada faixa etária, contribuindo para o enriquecimento da prática pedagógica.

Para ser trabalhados conteúdos da Educação Ambiental com as crianças da Educação Infantil, se faz necessário que o fazer pedagógico esteja ligado ao lúdico, pois é através da ludicidade que as crianças irão desenvolver com mais facilidade estes conteúdos e assim se tornarão sujeitos praticantes e atuantes na EA. É com o lúdico que se tem uma das mais valiosas ferramentas eficazes de aprendizagem para esta faixa etária.

A palavra lúdico vem do latim *ludus* e significa brincar. Neste brincar estão incluídos os jogos, brinquedos e divertimentos e é relativa também à conduta daquele que joga que brinca e que se diverte. Neste sentido, trabalhar Educação Ambiental principalmente com crianças da Educação Infantil, requer do profissional da Educação um olhar direcionado a formas lúdicas de aprendizagem, pois, conforme alguns autores consagrados na educação como Piaget, Friedman, Vygotsky, Kishimoto e Santos, assim como outros, consideram que é no lúdico que a criança irá desenvolver com maior entusiasmo e prazer sua capacidade de aprender.

Estes autores consideram as atividades lúdicas de grande importância para o desenvolvimento e aprendizagem das crianças. Salientam que as atividades lúdicas fazem com que a criança desenvolva suas capacidades de forma mais criativa e espontânea fazendo com que o aprendizado seja mais significativo para os mesmos.

Piaget (1998) diz que a “atividade lúdica é o berço obrigatório das atividades intelectuais da criança”, ou seja, o referido autor considera que as atividades lúdicas têm que estar presentes em todas as atividades que desenvolvam o intelecto da criança. É através do lúdico que irá acontecer o desenvolvimento da criança PIAGET (1971).

O RCNEI (1998) considera o brincar uma forma necessária para o desenvolvimento da criança. Neste sentido:

“Brincar é uma das atividades fundamentais para o desenvolvimento da identidade e da autonomia. O fato de a criança, desde muito cedo, poder se comunicar por meio de gestos, sons e mais tarde representar determinado papel na brincadeira faz com que ela desenvolva sua imaginação. Nas brincadeiras as crianças podem desenvolver capacidades importantes tais como a atenção, a imitação, a memória, a imaginação. Amadurecem também algumas capacidades de socialização, por meio da interação e da utilização e experimentação de regras e papéis sociais”. (Referencial Curricular, 1998, p. 22).

Se a Educação Ambiental for colocada para a criança de maneira prazerosa e lúdica, as mesmas terão tido a oportunidade de assimilar as ideias transmitidas pelo

professor e posteriormente suas ações serão transmitidas ao meio ambiente em que vivemos de maneira equilibrada, respeitando e assumindo responsabilidade perante o ambiente, pois a criança ao aprender quando pequena, irá levar esta aprendizagem para sua vida e viverá em um ambiente capaz de suprir suas necessidades.

Como afirma Kishimoto,

“brincando (...) as crianças aprendem (...), a cooperar com os companheiros (...), a obedecer as regras do jogo (...), a respeitar os direitos dos outros (...) a acatar a autoridade (...), a assumir responsabilidade, a aceitar penalidades, que lhe são impostas (...), a dar oportunidades aos demais (...), enfim, a viver em sociedade” (Kishimoto, 1993 p.110).

No que se refere a Educação Lúdica, Almeida 1995 enfatiza que:

[...] A educação lúdica é uma ação inerente na criança e aparece sempre como uma forma transacional em direção a algum conhecimento, que se redefine na elaboração constante do pensamento individual em permutações constantes com o pensamento coletivo [...] (ALMEIDA, 1995, p.11).

Neste sentido, é de suma importância que se utilize jogos e brincadeiras no processo pedagógico, pois o lúdico auxilia o professor e dá suporte enriquecedor para este aprendizado e ensinamento. Se a atividade lúdica for bem desenvolvida e aplicada da melhor forma possível, o ensino se tornará eficaz e prazeroso para as crianças da Educação Infantil.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que existem variadas maneiras de se trabalhar a Educação Ambiental com crianças, sendo que a utilização de jogos e brincadeiras educativas constitui-se como valiosos instrumentos pedagógicos de aprendizagem que inseridos de maneira séria irá conseguir alcançar seus objetivos que é o de fazer com que nossas crianças tenham conscientização e práticas ecológicas corretas e eficazes. Sendo elas, as crianças, o futuro do nosso país, é por meio de ações lúdicas relacionadas à Educação Ambiental que se tem uma excelente arma para a construção e efetivação de ideias, atitude e ações de valorização e respeito ao Meio Ambiente, pois é a partir destes que teremos um equilíbrio entre o ambiente e o homem e assim fazer com que a sobrevivência da humanidade seja perpetuada, pois o homem depende do Meio Ambiente para conservar-se.

É, portanto, através de um trabalho significativo sobre Meio Ambiente desenvolvido na Educação Infantil que teremos crianças e gerações futuras conscientes sobre a necessidade da preservação ambiental. É ensinando desde cedo aos nossos educandos da Educação Infantil que tudo que fazemos de bom ou ruim ao nosso planeta irá voltar para nós, pois fazemos parte deste imenso astro, ou seja: Se ensinarmos aos nossos pequenos sobre a necessidade de preservação do nosso planeta, com certeza irá ter, em nossas gerações, pessoas conscientes e praticantes da Educação Ambiental.

Deste modo, através da educação ambiental inserida na educação infantil, alcança-se o estímulo que vai equilibrar a relação homem e ambiente, produzindo assim na criança nos seus primeiros anos de vida, atitudes ecológicas corretas e consciência de que se fazemos parte do meio ambiente temos por obrigação preservá-lo e cuidá-lo a fim de termos um mundo capaz de nos proporcionar uma melhor qualidade de vida.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Paulo Nunes de. *Educação lúdica: técnicas e jogos pedagógicos*. São Paulo: Loyola, 1995.
- AGUIAR, Roberto A. Ramos de. *Direito do meio ambiente e participação popular*. Brasília: IBAMA, 1994.
- BRASIL, MEC/SEF. *Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil*: introdução, vol.1, Brasília, 1998.
- BRASIL. Lei n. 9.795 - 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1999.
- BRASIL. *Referencial curricular nacional para a educação infantil*. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 3 v.
- Bee, H. (2003). *A Criança em Desenvolvimento*. 9ª Edição, Porto Alegre: Artmed.
- DIAS, Genebaldo Freire. *Educação Ambiental: princípios e práticas*. 8. ed. São Paulo: Gaia, 2003.
- KISHIMOTO, Tizuko Morchida. *Jogos tradicionais Infantís: O jogo, a criança e a educação*. Petrópolis: Vozes 1993.
- MEYER, M. A. A. *Ecologia faz parte do espaço cotidiano*. AMAE EDUCANDO. n. 225, p.13-20, 1992.
- PIAGET, J. *A psicologia da criança*. Ed Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- RODRIGUES, C. *Educação física, educação ambiental e educação infantil no contexto escolar: uma sinergia possível*. 2007. 98 p. Dissertação (Mestrado)-Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- http://www.direitosdacrianca.org.br/temas/copy_of_cultura Acesso em 08/07/2013
- <http://www.cpt.com.br/ldb/lei-de-diretrizes-e-bases-da-educacao-completa-interativa-e-atualizada> Acesso em 08/07/2013
- <http://rpc.br.tripod.com/artigos/rio92.html> Acesso em: 20/07/2013
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Conferência_de_Estocolmo Acesso em: 22/07/2013
- http://www.vitaecivilis.org.br/anexos/Declaracao_Estocolmo_1972.pdf Acesso em: 22/07/2013
- <http://www.efdeportes.com/efd162/atividade-ludica-como-meio-de-desenvolvimento.htm> Acesso em: 23/07/2013
- <http://www.cmconsultoria.com.br/imagens/diretorios/diretorio16/arquivo4400.pdf> Acesso em: 24/07/2013

V. COPYRIGHT

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

EDUCAÇÃO E CIDADANIA: INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

SORAYA TATIARA COSTA LOPES CHICAR¹; MARIA D'ALVA MACEDO FERREIRA²
1 – MESTRANDA DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI; 2 – PROFESSORA DR^a DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
sorayatatiara@ifma.edu.br; mdalvaferreira@uol.com.br

Resumo - O presente artigo é parte da pesquisa de mestrado em Políticas Públicas a qual estou desenvolvendo e este enfoca especificamente a concepção de cidadania a partir da abordagem de Marshall no seu livro clássico “Cidadania e classe social”, nas obras de Carvalho (2008), nas quais o autor faz a construção do conceito de cidadania num resgate histórico a partir da realidade brasileira. Utilizaremos também Lavallo (2003) que traz a concepção de cidadania moderna, o respeito às diferenças, e o binômio igualdade e diferença, bem como Teles (1999) e Dagnino (1994). O estudo teve como objetivo a análise dos pontos e contrapontos dos/as pesquisadores/as direcionando a discussão para a educação no Brasil, em especial às pessoas com deficiência nos espaços escolares do ensino profissional, na perspectiva de discutir não apenas os aspectos normativos como garantidores de direitos, mas na concepção de cidadania voltada para o respeito às diferenças. O presente trabalho baseou-se em pesquisa bibliográfica, analisando os artigos dos autores/as supracitados, bem como alguns pesquisadores que discutem a educação profissional no Brasil, utilizados neste artigo como Algebaile (2009) e Frigotto (2000). Percebe-se a importância de se compreender os novos enredos dados à cidadania, categoria esta que tem passado por grandes transformações oriundas dos problemas contemporâneos.

Palavras-chave: Cidadania. Educação. Pessoa com deficiência.

I. INTRODUÇÃO

Historicamente, as pessoas com deficiência vivenciaram a luta pelo reconhecimento do status de cidadão, na perspectiva de que seus direitos precisam ser atendidos não apenas por força de lei, mas concretizados cotidianamente.

Ações de cunho internacional impulsionaram o cenário brasileiro a repensar o atendimento dispensado às pessoas com deficiência, dentre os quais, a construção de um ambiente socioeducacional capaz de desenvolver habilidades, sem esbarrar em empecilhos arquitetônicos, de comunicação ou atitudinais. Espaços nos quais estas pessoas não fossem reconhecidas pela deficiência, mas compreendidas como cidadãos capazes de relacionarem-se com os demais a sua

volta, detentores dos mesmos direitos e obrigações perante a sociedade.

As propostas de mudanças no paradigma segregador, preconceituoso e excludente relacionado às pessoas com deficiência, evidenciaram-se no Brasil, a partir da Constituição Federal de 1988.

Em 2008, a Política Nacional de Educação na Perspectiva da Educação Inclusiva, apresentou diretrizes para atender as pessoas com deficiência, movidas através do crescimento da promoção e garantia de direitos baseados na inclusão social, e de certa forma contribuiu para aprofundar a discussão sobre cidadania.

Neste artigo são feitas breves considerações sobre a importância das políticas públicas direcionadas para a diminuição das desigualdades existentes quanto ao acesso e permanência no que tange à educação de qualidade, principalmente aos deficientes.

Apresentam também alguns conceitos de cidadania discutidos na atualidade, desde o livro clássico de Marshall “Cidadania e classe social” (1967) em que discussões contemporâneas foram ancoradas e as novas questões acerca desta categoria analisadas na atualidade.

Para balizar esta discussão, propõe-se discorrer sobre a cidadania na concepção de Carvalho (2008), que faz uma análise do Brasil através da digressão histórica sobre como a categoria da pessoa com deficiência foi vivenciada na sociedade brasileira desde o início do século XIX, até algumas considerações mais atuais.

De modo a fundamentar e promover uma reflexão sobre este assunto será utilizada também a análise de cidadania moderna, baseada na obra de Lavallo (2003), o qual traz contribuições importantíssimas para repensar o binômio igualdade e diferença, instigando sobre as novas configurações no cenário mundial acerca da cidadania.

Também se utilizaram as discussões apresentadas por Teles (1999), Dagnino (1994), de modo a compreender o panorama discursivo sobre cidadania que se tem atualmente.

A fim de embasar nossa análise, propomos uma reflexão sobre o papel da educação, sobretudo do ensino profissional e tecnológico como espaço democrático de acesso ao conhecimento.

Esta discussão pautar-se-á também sobre a forma como a expansão da rede federal de ensino tem sido realizada para atender a novas demandas, muitas destas de mercado, caracterizada por uma educação técnica, que no Brasil foi direcionada para formar profissionais capazes de fazer com competência suas atividades laborais.

Compreende-se, no entanto, a educação na perspectiva emancipatória, de forma que esta profissionalização não pode estar associada apenas a espaços de aprendizagem de conhecimentos específicos, técnicos, mas concebida para formar cidadãos capazes de lidar com as diferenças existentes na sociedade.

Nesse sentido, a intencionalidade deste artigo é possibilitar reflexões sobre a questão da cidadania, não apenas numa concepção de direitos previstos em lei, mas numa perspectiva de concretização destes, acerca das pessoas com deficiência.

II. CIDADANIA: ASPECTOS GERAIS

Para melhor compreensão da categoria cidadania é interessante iniciar pela teoria de Marshall (1967), o qual caracterizou o status de cidadão contextualizado na realidade inglesa.

Para este autor, cidadania seria a “igualdade humana básica associada ao conceito de participação integral na comunidade”, onde o “sistema de classes pode até ser aceito, desde que a igualdade de cidadania seja reconhecida”. (MARSHALL 1967, p. 60)

Desta discussão, o sociólogo levanta a hipótese de que

Há uma espécie de igualdade humana básica associada com o conceito de participação integral na comunidade – ou como eu diria, de cidadania – o qual, não é inconsistente com as desigualdades que diferenciam os vários níveis econômicos da sociedade. Em outras palavras, a desigualdade do sistema de classes sociais só pode ser aceitável desde que a igualdade de cidadania seja reconhecida (MARSHALL 1967, p. 62).

É interessante ressaltar que é complicado adotar a realidade inglesa como parâmetro para analisar a brasileira, uma vez que a concepção política, de sociedade e cidadania em que ambos os países foram forjados passaram por condições históricas e sociais díspares.

No Brasil, a cidadania foi algo construído de modo diferente do que é preconizado em Marshall em que primeiro viriam os direitos civis, seguidos pelos direitos políticos e depois os direitos sociais.

A discussão sobre cidadania adquire variações de acordo com o momento histórico e as diferentes sociedades, e ainda nestas, dependerá dos diversos projetos políticos de grupos sociais inseridos nos espaços públicos. Portanto, é um conceito complexo e amplamente discutido ao qual não cabe apenas uma definição.

Como categoria de análise é importante compreender o que descreve TELES (1999 p. 142), ao afirmar que a cidadania se inscreve num “jogo de ambivalências” definidas por problemas teóricos, históricos e políticos sujeitos a imprevistos e enredos sociais diversos.

Para esta autora, a sociedade modifica-se rapidamente, apresentando-se

cada vez mais complexa, heterogênea e diferenciada: novas clivagens surgem e cruzam transversalmente a estrutura de classe, desfazem identidades tradicionais, criam outras tantas e geram uma pluralidade de interesses nem sempre convergentes, quando não conflitantes e mutuamente excludentes (TELES 1999, p. 143).

No Brasil, há um processo de afirmação desta cidadania baseado em múltiplas concepções. Alguns aspectos carecem de aprofundamento, como o próprio conceito democrático e de participação popular que se adotou no país.

Para Dagnino (1994 p. 103), o status atribuído à cidadania está ligado a interesses, desejos e aspirações de uma parte significativa da sociedade, sem, no entanto, se confundir em toda ela, em que esta concepção se delineia para a “construção de uma cultura democrática”.

É necessário compreender em que aspectos o Brasil de fato adotou esta discussão sobre cidadania, pois desde a entrada dos imigrantes no país, houve diferenciações sobre o status atribuído aos cidadãos, dentre os quais não estavam incluídos os negros, por exemplo.

No país, consideravam-se “gente e cidadão pleno apenas aqueles indivíduos e grupos que se identificam com a concepção de ser humano”. No caso brasileiro, “gente vai ser o europeu” (SOUZA 2003, p. 180-181).

O conceito de cidadania pode ser utilizado para responder a questões diversas de acordo com as demandas que vão surgindo, aplicando-se a quaisquer dilemas apresentados na sociedade, mas nesta sociedade tão desigual é na “dinâmica de conflitos que se ancoram esperanças de cidadania e de generalização de direitos” (TELES 1999, p. 145).

Neste campo de redefinições, até para se discutir uma concepção de “nova cidadania”, o ponto de partida é “a concepção de um direito a ter direitos” (DAGNINO 1994, p. 107), a qual não se vincula a uma determinada classe dominante, mas requer a participação ativa dos cidadãos.

Para tornar-se cidadão, faz-se necessário difundir uma “cultura de direitos” na constituição de cidadãos enquanto sujeitos sociais ativos, onde esta nova cidadania transcende o conceito liberal, pois “o que está de fato em jogo é o direito de participar efetivamente da própria definição desse sistema” (DAGNINO 1994, p. 107-109).

Assim, é importante compreender que

a concepção tradicional de cidadania trata-se de uma disputa incerta pela redefinição dos papéis protagonizados por atores políticos, estatais e sociais com orientações ideológicas diferentes. Pois a resignificação da cidadania exprime os desafios do presente, de um lado o alargamento conceitual aponta para redefinir os termos de convivência nas sociedades democráticas, do outro, sua inflação normativa. O desafio reside em encontrar novos modelos que possibilitem não apenas preservar defensivamente a equidade, mas ampliá-la com efetividade universal sem abrir mão da diferença (LAVALLE 2003, p. 92).

Isto é o que se espera da reflexão sobre as pessoas com deficiência, entre outras minorias que foram historicamente aliçadas socialmente, tais como negros/as, mulheres, etc., as quais não eram possuidoras do status de cidadão.

Ao pensar nas novas conjunturas sociais percebe-se a significância do conceito de cidadania acompanhar as mudanças oriundas da sociedade. Daí a relevância de compreender as novas exigências apresentadas na atualidade, percebendo a importância de ter outros atores envolvidos na discussão, não apenas a representatividade do Estado, porque há confusão recorrente sobre as implicações do Estado com o conceito atribuído à cidadania, gerando uma “estadania”. (CARVALHO 2008)

III. EDUCAÇÃO E POLÍTICAS EDUCACIONAIS: RUMO À CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA

A política educacional apresenta-se num espaço de contradição, incide sobre a pobreza, a exclusão e a subalternidade.

A educação, numa perspectiva de transformação social vivida pelos sujeitos sociais, possibilita refletir criticamente sobre o cotidiano do qual estes participam, possuindo caráter social, político e emancipatório.

Pela Constituição Federal de 1998 foi conferida à educação a preparação para o exercício da cidadania, para o trabalho, instituindo a família como parte formativa neste processo.

Os artigos 205 e 206 contemplam os objetivos da educação nacional e os princípios orientadores para o ensino no país, como por exemplo: igualdades de condições de acesso e permanência na escola; liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, dentre outros.

A educação pública de qualidade está presente nos discursos institucionais. Entretanto, a escola apresentada baseia-se numa proposta de dominação capitalista, baseada na ordem e controle. Neste contexto, observa-se que a educação reproduz a ideologia capitalista atual, expressa na definição de empregabilidade que visa produzir um cidadão mínimo, destituído de julgamento crítico acerca da realidade (FRIGOTO 2000).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, LDB 9.394/96, em seu artigo 1º, elucida que

a educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais. (BRASIL LDBEN 1996)

O processo educacional tem como propósito a formação de sujeitos autônomos, críticos e cientes de seu papel protagonista na sociedade.

O Brasil tem assumido um posicionamento no cenário internacional no que diz respeito à importância do papel ocupado pela educação no enfrentamento dos problemas sociais do país.

Embora a legislação tenha ampliado a discussão sobre a democratização do ensino em que todos, sem distinção, são partes deste processo educacional, considera-se a ampliação de demanda através do aumento de vagas nas instituições de ensino, como um dos poucos fatores responsáveis em estender o acesso a mais pessoas.

Contudo, esta expansão se deu precariamente. As escolas não receberam investimentos necessários para dispor de condições de funcionamento, representadas pela ausência

de formação docente e de projetos educativos abrangentes capazes de englobar os novos cenários apresentados pela sociedade.

Isso não se deve à inaptidão do Estado de controlar uma “realidade”, subordinando-a a Programas de ação de largo alcance. Deve-se, na verdade, ao fato de que a parcela de “desgoverno”, observada na produção da realidade educacional é parte de uma forma de governabilidade definida pela conciliação entre os interesses da fração de classe que conduz a “grande política” e os programas estreitos que conduzem a ação de frações de classe hegemônicas ou grupos locais de poder (ALGEBAILLE 2010).

A democratização do acesso à escola pública não pode ser compreendida apenas como aumento de demandas. Um exemplo disso se deu através da expansão dos Institutos Federais de Educação, a partir do ano de 2008, através da Lei nº 11.892.

A oferta de cursos técnicos e de nível superior cresceu consideravelmente, o que, aliado à ampliação de vagas pelo país facilitaram o acesso a essas instituições de ensino. Entretanto, as mesmas não estavam preparadas para lidar com as novas demandas, sobretudo as relacionadas às pessoas com deficiência, as quais necessitam de orientações específicas.

A justificativa sempre foi a de democratizar o acesso à educação profissional, vinculando as políticas educacionais às de profissionalização.

Neste contexto, ampliou-se a democratização do acesso à educação superior através de políticas e programas, tais como: políticas afirmativas e programas de financiamento como PROUNI/ FIES/ REUNE; as políticas públicas de assistência estudantil; educação escolar indígena, educação inclusiva, dentre outras que foram adotadas em resposta às novas demandas apresentadas à sociedade.

A ampliação do acesso ao nível mais elementar do ensino atravessa a história da formação do país, “porque no Brasil a expansão da oferta persiste intensamente, em inúmeras conjunturas, como um carro que anda na frente dos bois” (ALGEBAILLE 2010, p 86).

IV. EDUCAÇÃO E CIDADANIA: RESPEITO ÀS DIFERENÇAS

Lavalle (2003), cientista político, analisa a cidadania à luz das configurações de novos cenários os quais envolvem as vivências cotidianas engendradas através dos tempos. Este autor discute um conceito de cidadania moderna, em que enfatiza a necessidade de definições e ampliações desta categoria adequadas às exigências contemporâneas.

Ele considera que há tensões diversas ao compor a discussão sobre a cidadania moderna quanto à relação estabelecida entre igualdade e diferença. Assim, para referendar o termo igualdade a cidadania introduziu-se a distinção dupla de inclusão e exclusão

“expandiu o terreno da igualdade garantido pela lei, isto é, determinou áreas relevantes da vida social nas quais devem primar condições de acesso, participação ou usufruto semelhantes para os segmentos sociais investido no status de cidadão; a consagração dessas áreas, herança social a ser compartilhada como pressuposto de uma vida civilizada – simultaneamente desautoriza a legitimidade de qualquer demanda que escape de suas fronteiras” (LAVALLE 2003, p 82-83).

Isto corrobora para enfatizar a relevância de se compreender o papel da legislação para tentar minimizar as diferenças, embora as garantias legais por si só não resolvam o problema igualdade/diferença e tampouco alterem as ações das pessoas envolvidas neste processo.

Então, é correto afirmar que o processo educacional tem papel fundamental no enfrentamento destas relações, por vezes conturbadas?

A educação está associada às possibilidades de realizações humanas, à informação, ao patrimônio cultural, os quais são pressupostos para o desenvolvimento econômico e social de qualquer nação.

Entretanto, há entraves históricos de acesso à educação que dificultam a entrada da maior parte do povo brasileiro nas salas de aula para aprender. Portanto, discorrer sobre a cidadania voltada para a educação contribui para repensar a importância desta na construção de tal categoria.

Para Marshal (1998), quando o Estado consegue garantir educação a todos sem distinção cumprem-se as exigências da cidadania, pois o “bom funcionamento de uma sociedade depende da educação de seus membros” e “a população reconheceu que ela precisava ser educada” (MARSHAL 1967, p. 74; 99).

Se considerarmos a teoria de Marshall, a resposta à pergunta anterior seria afirmativa. Entretanto, é imprescindível ter clareza de que a educação possui caráter social e político, fundamentada na perspectiva da transformação social, objetivando os sujeitos sociais, refletir criticamente sobre os aspectos cotidianos aos quais está integrado.

No Brasil, por exemplo, as reformas educacionais na década de 1930 estavam direcionadas para o ensino técnico em detrimento do acadêmico, onde a educação elementar era direito de todos e parte essencial na sociedade industrial e igualitária (CARVALHO 2008).

A educação popular (direito social) tem sido historicamente pré-requisito para a conquista de outros direitos, pois permitiu às pessoas tomarem conhecimento de destes e lutarem por eles. A inexistência de população educada tem sido um dos principais obstáculos à construção da cidadania civil e política (CARVALHO 2008).

Isto retrata exatamente a estrutura educacional e democrática que se tem no Brasil. O acesso à educação pública de qualidade, com condições iguais de usufruir deste espaço por parte dos sujeitos ainda constitui um grande desafio ao país, sobretudo quanto ao respeito à diversidade, algo que não pode mais ser suprimido.

A instituição escolar necessita de redefinições de papéis e de reestruturação para construir sua identidade contextualizada historicamente e politicamente, associadas a um espaço dialógico de livre acesso a todas as pessoas.

Se há a compreensão de que a educação precisa de redefinições, o conceito de cidadania necessita de adequações conforme já foi pontuado, posto que o mesmo encontra-se num processo atual de grandes transformações.

Portanto, é desafiador “encontrar novos modelos que possibilitem não apenas preservar defensivamente a equidade, mas ampliá-la com efetividade universal sem abrir mão da diferença”. (LAVALLE 2003, p. 92)

V. EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA ATENDER ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

No Brasil, a Educação profissional e tecnológica está baseada em um modelo de desenvolvimento que vem se estabelecendo nos últimos vinte anos, impulsionado por novas tecnologias.

Com as novas demandas de mercado, as instituições de educação profissional diversificaram seus cursos e programas, ofertando desde o ensino médio, profissional, tecnológico, até os níveis de licenciaturas, graduação e pós-graduação, estimulados pelas possibilidades de investimento governamental para este segmento.

Estas instituições que têm como fim a qualificação profissional para os diversos setores da economia envolvem-se em pesquisas e no desenvolvimento de novos processos, produtos e deste modo precisam aumentar a demanda, recebendo todos aqueles que tenham interesse em estudar.

A título de análise, em suas pesquisas sobre as classes, Marshal (1967) observa que o modelo de educação proporcionada aos estudantes na estrutura social inglesa era uma variedade de instrução baseada no treinamento, no desenvolvimento de aptidões, onde o educando seria moldado, qualificado para cumprir seu papel em nível instrucional, em que o plano educacional estava ajustado à procura do mercado, no qual encontravam-se os filhos dos operários.

A educação baseada na instrução também foi algo presente no Brasil e quando se analisa o atendimento aos alunos com deficiência, percebe-se que há uma lacuna.

A educação profissional reapareceria como um meio para reconhecer os direitos e repensar o conceito de cidadania, pois nela há a priorização pela formação contínua, em que se possam valorizar os saberes e experiências adquiridos em espaços não formais de educação, associados aos currículos formais. Deste modo a,

estar comprometida com o todo social, como algo que funda a igualdade na diversidade (social, econômica, geográfica, cultural, etc.); e ainda está articulada a outras políticas (de trabalho e renda, de desenvolvimento setorial, ambiental, social e mesmo educacional) de modo a provocar impactos nesse universo (BRASIL, 2010 p. 19).

A princípio, a aptidão para desenvolver determinados ofícios era destinada apenas a alguns poucos privilegiados, mas desde a divisão das classes, o conhecimento tornou-se um legado das elites. Logo, as pessoas com deficiência não tinham seus direitos reconhecidos, tampouco eram considerados cidadãos (REALE, 2004).

Havia um pessimismo exacerbado quanto à condição de “incapacitado”, “inválido”, “deficiente”, pois assim as pessoas com deficiência eram vistas pela sociedade, inaptas para relacionar-se, estudarem e trabalharem (MAZZOTA 2005).

Assim, muito embora incapacidade e deficiência não se conjuguem, observa-se que tais pessoas, ao longo do tempo, têm sofrido discriminações das mais variadas no campo da educação.

Ainda ocorre uma supervalorização das deficiências, de modo que nem sempre estas pessoas são reconhecidas pelo sujeito em si, mas pela deficiência que os caracteriza,

agravando ainda mais a percepção negativa da sociedade sobre esses indivíduos.

Algumas indagações quanto ao trabalho e continuidade de estudos das pessoas com deficiência são frequentes. Entretanto, cabe salientar a necessidade de promover o acesso à educação de qualidade em respeito a estas diferenças apresentadas no espaço educacional.

O investimento na educação profissional no Brasil tomou novas proporções movidas pelo crescimento econômico do país.

Embora haja tentativas de fugir do conceito tecnicista atribuído no passado a esta modalidade de ensino, é desafiador romper com antigos paradigmas. Sobretudo, quanto à permanência das pessoas com deficiência nestes espaços tipicamente direcionados para a formação de força de trabalho.

O preconceito e a pouca informação ainda são entraves para o desenvolvimento das pessoas com deficiência na educação profissional. Se o acesso está garantido por lei, não se pode fazer o mesmo quanto à aceitação, respeito às diferenças no espaço educacional, pois o poder normativo (LAVALLE 2003), por si só não resolve este problema.

VI. CONCLUSÃO

Educação e cidadania se conjugam quando há a compreensão da importância desta relação no contexto do espaço formal educacional.

Discutir a inclusão de pessoas com deficiência na escola e promover a reflexão necessária sobre a cidadania na perspectiva do reconhecimento dos direitos destes sujeitos é imprescindível.

As pessoas com deficiência não podem mais ser alijadas socialmente. A escola, em sua função social, precisa superar seu caráter excludente, em que classifica seus educandos de acordo com suas habilidades ou deficiências. Na verdade, garantir acesso e permanência é primordial para que as pessoas com deficiência sejam exitosas em sua vida acadêmica, profissional e social.

Percebe-se que, embora haja critérios normativos promotores de inclusão, não apenas das pessoas com deficiência, mas de todas as minorias no espaço escolar, o reconhecimento do status de cidadão molda-se de acordo com a conjuntura social e apresenta a dinâmica social vivida nas relações sociais. As práticas incivilizatórias demonstram que a força de lei precisa ser corporificada nas atitudes e no respeito às diferenças.

Motivar a discussão necessária para repensar o modo como estas pessoas estão sendo contempladas em suas vivências cotidianas dentro deste espaço escolar é imprescindível, de modo a possibilitar reflexões e ações concretas referentes às novas relações a serem estabelecidas diante das particularidades do âmbito escolar.

Este artigo tem por finalidade compreender de que modo algumas mudanças na discussão da categoria cidadania tem influenciado na concepção desta para as questões relacionadas à educação, na medida em que os espaços educacionais são pensados como lugares dialógicos, portanto, promotores de reflexão sobre as demandas socioeducacionais de nosso tempo.

VII. REFERÊNCIAS

- ALGEBAILLE, E. **Escola Pública e pobreza no Brasil: a ampliação para menos**. Rio de Janeiro: Lamparina – Faperj, 2009.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 27. ed. São Paulo: Saraiva, 2001 (Coleção Saraiva de Legislação).
- _____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei 9394/96. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.
- _____. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Um novo modelo em educação profissional e tecnológica: concepção e diretrizes**. Brasília: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2010.
- CARVALHO, J. M. de. **Cidadania no Brasil: o longo caminho**. 11.ed. Rio de Janeiro. Civilização Brasileira, 2008
- DAGNINO, E. **Os anos 90: política e sociedade no Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 1994
- FRIGOTTO, G. **Educação e a crise do capitalismo real**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.
- LAVALLE, A. G. **Cidadania, Igualdade e Diferença**. *Lua Nova*, São Paulo: n.59, 2003, p. 75-94.
- MARSHALL, T. H. Cidadania e classe social. *In: Cidadania, classe social e status*. Rio de Janeiro: Zahar, 1967, p. 57-114.
- MAZZOTTA, M. J. S. **Educação especial no Brasil: História e políticas públicas**. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- REALE, Giovanni. **História da Filosofia**. São Paulo: Paulus, 2004.
- SOUZA, J. **A construção social da subcidadania: para uma sociologia política da modernidade periférica**. Belo Horizonte: UFMG, Rio de Janeiro: IUPERJ, 2003 (Coleção Origem).
- TELLES, V. (org) **Direitos sociais: afinal dos que se trata?** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: As autoras são as únicas responsáveis pelo material incluído no artigo.

ESTIMATIVA DE ALTURA, DIÂMETRO E NÚMERO DE FOLHAS EM PUPUNHEIRAS PARA PALMITO, SUBMETIDAS A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO, NA AMAZÔNIA

RAIMUNDO CAJUEIRO LEANDRO¹; KAORU YUYAMA²; ELAINE CRISTIAN SOUSA COELHO²; JOSÉ MARIA THOMAZ MENEZES¹; IZABELA DE LIMA FEITOSA¹

1 – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA/INPA– NÚCLEO DE APOIO À PESQUISA EM RONDÔNIA/NAPRO; 2 – INPA– MANAUS/AM
caju@inpa.gov.br

Resumo – Visando o aproveitamento de resíduos orgânicos gerados na agricultura, a produção agrícola sustentável e a diminuição de custos na agricultura regional, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de pupunheiras submetidas a diferentes espaçamentos e formas de adubação mineral e orgânica, na Amazônia Central. O experimento foi desenvolvido na Agropecuária Jayoro Ltda, localizada no município de Presidente Figueiredo (AM). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, segundo esquema fatorial 2 x 5, sendo os fatores: espaçamentos (1 x 0,5 m e 1 x 1 m) e adubação (mineral e orgânica), com adubação mineral, sob a fórmula 225-90-180 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O. Na adubação orgânica utilizou-se esterco de galinha, torta de filtro e composto (mistura de resíduos de guaraná, bagaço de cana-de-açúcar e cinza). Na altura da planta principal e diâmetro do estipe os resultados mostraram melhor desempenho com adubação orgânica + mineral. As folhas verdes, nos tratamentos de adubação com composto e com torta de filtro apresentaram maiores valores (7,17 e 6,93 folhas, respectivamente). No diâmetro do estipe e número de folhas constatou-se uma tendência de melhor desempenho para o espaçamento de 1 x 1 m. As médias de altura da planta principal mostraram 82,07 cm no espaçamento 1 x 0,5 m, contra 78,45 cm no outro espaçamento testado. Os resultados obtidos no presente trabalho permite concluir que, na Amazônia, a associação entre adubação mineral e orgânica é fundamental para o êxito em plantios de pupunheiras para palmito.

Palavras-chave: *Bactris Gasipaes*. Mineral. Esterco. Planta Principal.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) para a produção de palmito vem despertando o interesse de agricultores em todo o país, devido principalmente, à busca por novas opções de cultivo em substituição às fontes tradicionais desse produto, além de a espécie apresentar precocidade, rusticidade e perfilhamento, atributos ideais para a produção de palmito (BOVI, 1998).

A espécie quando cultivada em condições adequadas, apresenta rápido crescimento, produzindo palmito de boa qualidade e o fato de produzir perfilhos, confere à espécie o caráter de cultivo perene (RAMOS *et al.*, 2004).

Contudo, Clement & Bovi (2000) afirmam que a falta de interação entre os grupos que pesquisaram a pupunheira para palmito gerou uma diversidade de metodologias que dificulta a comparação de resultados. Nesse sentido, considerando que a experimentação com palmeiras visando à produção de palmito é diferente àquela destinada a frutos, visto que devido à colheita periódica e constante, as plantas apresentam-se em permanente estágio vegetativo (CLEMENT, 1995), os autores propõem a padronização de medidas de crescimento e produção em experimento com pupunheiras para palmito. Os mesmos sugerem ainda que a análise de crescimento permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas, de forma a identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos e/ou selecionar genótipos mais eficientes. A altura da planta, diâmetro da haste principal e número de folhas apresentam correlações positivas e significativas com a produção de palmito (CLEMENT & BOVI, 2000).

Ademais, as formas de adubação e os espaçamentos adotados também são entraves que precisam ser superados, com estudos voltados para a região amazônica. Neste caso, talvez por se tratar de uma espécie amazônica, os estudos relacionados à adubação de pupunheiras ainda são poucos. Silva & Falcão (2002) garantem que os conhecimentos de nutrição mineral da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) são relativamente escassos e incipientes, faltando dados consistentes sobre sua demanda nutricional desde a fase de viveiro até a fase de produção.

Segundo Molina (1999; 2000), os melhores solos para a pupunheira são aqueles profundos, ligeiramente argilosos, com topografia plana ou ligeiramente ondulada e com nível de fertilidade média a alta. Enquanto na região Amazônica um dos principais problemas é a baixa fertilidade dos solos para o desenvolvimento agrícola (ALFAIA & OLIVEIRA, 1997).

Após o desenvolvimento de trabalho com finalidade de avaliar a produção de palmito de pupunheira com adubação orgânica e mineral na Amazônia, Yuyama (1997) assegura que o emprego de adubo mineral na pupunheira torna-se prática importante para o sucesso do seu cultivo, porém, o nível de matéria orgânica é fator primordial para a produção de palmito, evento confirmado por Nascimento *et al.* (2005), em estudo

realizado com adubo mineral associado à adubação orgânica em pupunheira para a produção de palmito, no estado da Paraíba. Yuyama *et al.* (2001; 2002), constataram que a adição de 2,5 kg de esterco de galinha na cova proporcionou o mesmo crescimento ou crescimento superior às plantas quando comparada a tratamentos com adubação mineral.

Quanto aos espaçamentos adotados nos plantios de pupunheira para palmito, Flores (2003) garante que densidade pode interferir diretamente na produção e quantidade do palmito por área. Enquanto Kulchetscki *et al.* (2001) asseguram que plantios mais adensados produzem palmitos mais finos, indicando, assim, a necessidade de manejo das plantas, caso o mercado exija palmito com maior diâmetro. No entanto, Bezerra & Yuyama (2006a), concluíram que a alta densidade (20.000 plantas ha⁻¹) tende diminuir o diâmetro do palmito, o que não significa necessariamente menor rendimento por hectare.

Outros trabalhos foram desenvolvidos com finalidade de avaliar a produção de palmito de pupunheira com adubação orgânica e mineral, em diferentes espaçamentos, sem, contudo, satisfazer a demanda regional para esse segmento produtivo.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer a estimativa de crescimento em altura, diâmetro do estipe e número de folhas da planta principal, em pupunheiras submetidas a diferentes tipos de adubação e espaçamentos, na Amazônia.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Presidente Figueiredo (AM), cujas coordenadas geográficas são: Latitude: 01° 96' 04" S e Longitude: 60° 14' 37" W.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Am, caracterizado por apresentar-se chuvoso, úmido e quente, com maior incidência de chuvas no período de dezembro a maio. A temperatura é uniforme ao longo de todo o ano, variando entre a máxima de 38 °C e a mínima de 20 °C. A umidade relativa do ar apresenta-se alta e uniforme durante o ano, sendo de 97% o valor médio (NAVA *et al.*, 1998).

O plantio foi instalado em área com solo que pertence à classe dos latossolo amarelo distrófico típico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com três repetições, segundo esquema fatorial 2 x 5, sendo os fatores constituídos por: espaçamentos (E1= 1 x 0,5 m e E2= 1 x 1 m) e adubação (mineral e orgânica) composta pelos seguintes tratamentos: A1) adubação mineral (M), sob a fórmula 225-90-180 kg ha⁻¹ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, sendo o N e K₂O parcelados em três vezes; A2) adubação mineral (N e K₂O parcelados em três vezes) + uma pá de esterco de galinha (Eg), com aproximadamente 2,5 kg, cova⁻¹ ano⁻¹; A3) torta de filtro de cana-de-açúcar (Tf), com duas pás (5 kg) cova⁻¹ quatro vezes ao ano; A4) composto de torta de filtro + casca de guaraná (Cp), duas pás cova⁻¹ quatro vezes ao ano e A5) adubação mineral (N e K₂O parcelados em três vezes) + composto (duas pás cova⁻¹ quatro vezes ao ano). Na adubação mineral, considerada testemunha, o P foi aplicado de uma só vez.

O resultado da análise do solo coletado antes da implantação do experimento foi o seguinte: N (1,56), C (19,55)

e Matéria orgânica (33,63) g/kg; P (2,5) e K (0,11) mg/dm³; Ca (1,86), Mg (0,76) e Al (0,82) cmol/dm³.

Os resíduos orgânicos utilizados no experimento foram: composto, torta de filtro e esterco de galinha e, após analisados nos laboratórios do INPA e da Embrapa, apontaram a seguinte composição: C = 142,14; 19,20; 90,03; N = 11,08; 5,39; 22,09; P= 1,37; 3,34; 1,34 e K = 1,44; 11,40; 13,40 g.kg⁻¹, respectivamente.

As fórmulas para adubação mineral e orgânica foram baseadas em trabalho de Flores & Yuyama (2007) e Yuyama *et al.* (2002), que testaram dosagens semelhantes para produção de palmito de pupunha na Amazônia.

O material genético para formação das mudas é originário de pupunheiras sem espinhos (Pampa Hermosa), proveniente de Yurimaguas (Peru).

As parcelas foram compostas por quatro linhas de sete plantas, sendo as duas linhas laterais e uma planta de cada extremidade, consideradas bordaduras, permanecendo as 10 plantas centrais como parcela útil.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando-se análise de variância pelo teste F e para a comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro corte de palmito foi iniciado aos 15 meses, tendo as plantas aproximadamente 1,5 m de altura, conforme sugerem Yuyama *et al.* (2005). Foram colhidos apenas palmitos do estipe principal, desconsiderando-se os perfilhos, uma vez que a metodologia da pesquisa previa análise do primeiro ano de produção.

Altura da planta principal

Observando os dados médios da altura da planta principal, no período de 2007 a 2008, para o fator adubação (Tabela 1), é possível notar que o melhor tratamento foi com mineral + esterco de galinha, cujos dados diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. Verificou-se que desde a segunda avaliação, a maior altura da planta principal foi obtida no tratamento composto de M+Eg, sendo que a partir da terceira avaliação essa adubação diferiu das demais formulações. Em valores, os dois principais resultados foram constatados nos tratamentos mineral+ esterco e mineral+composto, com 115,57 e 85,08 cm de altura, respectivamente.

Tabela 1 – Dados médios da altura da planta principal (cm) de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth), submetidas a diferentes tratamentos de adubação e espaçamentos, em Presidente Figueiredo/AM, 2007/8.

| Tratamentos | Abr/2007 | Jul/2007 | Out/2007 | Jan/2008 | Abr/2008 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M | 2,88 A | 13,38 B | 27,62 B | 54,23 BC | 77,93 BC |
| M+ Eg | 2,28 A | 17,37 A | 37,15 A | 73,55 A | 115,57 A |
| Tf | 3,17 A | 15,80 AB | 26,77 B | 51,27 BC | 68,12 BC |
| Cp | 3,40 A | 13,90 AB | 22,27 B | 41,15 C | 54,60 C |
| M+Cp | 2,98 A | 13,62 AB | 28,97 B | 56,80 B | 85,08 B |
| 1 x 0,5 m | 3,09 A | 15,52 A | 29,92 A | 58,74 A | 82,07 A |
| 1 x 1 m | 2,80 A | 14,11 A | 27,19 A | 52,06 B | 78,45 A |
| C.V. (%) | 25,50 | 14,99 | 13,72 | 13,84 | 18,98 |

*Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Os dois principais valores apresentados para altura da planta principal (Tabela 1), aos 12 meses, evidenciam a

importância do uso de adubação mineral e esterco no cultivo de pupunheira (*B. gasipaes*) para palmito. Esses valores se assemelham aos resultados de Flores (2003), que analisando uso de esterco de galinha em pupunheiras com e sem espinhos, no estado do Amazonas, também verificou diferença significativa, em altura de pupunheira sem espinhos, porém, aos 15 meses de idade. Do mesmo modo que neste trabalho, esse autor registrou maior média de altura no tratamento com adubação mineral e orgânica. Os dados também concordam com Yuyama (1997), para quem o emprego de adubo mineral na pupunheira torna-se prática importante para o sucesso do seu cultivo, porém, o nível de matéria orgânica é fator primordial para a produção de palmito.

Para as densidades estudadas, os resultados diferiram estatisticamente, somente na quarta avaliação (Tabela 1), contudo, permanecendo o espaçamento E1 (1 x 0,5 m) como o que apresentou maiores alturas na planta principal. Ao final das avaliações, verificou-se altura média de 82,07 cm no espaçamento E1 (1 x 0,5 m) e 78,45 cm em E2 (1 x 1 m). Essa diferença foi mantida em todas as avaliações feitas para o fator espaçamento, o que pode indicar a reação da planta diante da competição por luz. Nesse sentido, Moraes Neto *et al.* (2000) afirmam que várias características constituem parâmetros para avaliar as respostas de crescimento de plantas à intensidade luminosa. Dentre essas, a de uso mais frequente é a altura da planta, visto que a capacidade em crescer rapidamente quando sombreadas é um mecanismo de aclimação das plantas, compreendendo uma valiosa estratégia para escapar do sombreamento.

Todavia, Yuyama *et al.* (1998), destacam que alta densidade tende diminuir o diâmetro do palmito, porém, aumenta a porcentagem de palmito colhido. Entretanto, para Yuyama (1997), a densidade ideal variará conforme o mercado pretendido, com menor densidade para o mercado de interno (churrascaria e restaurante) e maior densidade para o mercado para exportação.

Ao contrário dos resultados apresentados na tabela 1, Bezerra & Yuyama (2006b), estudando aplicação da mesma formulação de adubação mineral e orgânica com espaçamentos de 2 x 1, 1 x 1,5 e 1 x 0,5 m, na Amazônia Central, não verificaram diferença significativa na altura da planta. Porém, os autores constataram que o espaçamento de 1 x 0,5 m diminuiu o diâmetro do palmito, mas não compromete o rendimento.

Analisando fontes e doses de matéria orgânica, incluindo esterco de galinha, no crescimento de pupunheira, no estado da Paraíba, Oliveira *et al.* (2001a) comprovaram que esterco bovino conferiu maior altura à pupunheira, sendo considerado o mais eficiente. Os mesmos autores (2001b), conduzindo experimento em pupunheiras sem espinhos, em espaçamento 2 m x 1 m, com adubação orgânica e mineral, constataram que não houve interação significativa entre os dois tipos de adubação sobre altura das plantas.

Diâmetro do estipe da planta principal

A Tabela 2 mostra que a partir da terceira avaliação foi constatada diferença significativa no diâmetro do estipe da planta principal, com destaque para os tratamentos com adubação M + Eg, seguidos de adubo M e M + Cp. Nesse fator, entretanto, para as médias de diâmetro da planta

principal, os valores finais verificados foram de 97,10 mm, seguido de 78,52 mm e 78,35 mm, nos tratamentos A2 (M+Eg), A1 (M) e A5 (M+Cp), respectivamente. Também é possível observar que somente na primeira coleta de dados, ocorrida três meses após o plantio, não houve predominância do tratamento com mineral + esterco.

Tabela 2 – Dados médios do diâmetro (mm) do estipe da planta principal de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth), submetidas a diferentes adubações e espaçamentos, em Presidente Figueiredo/AM, 2007/8.

| Tratamentos | Abr/2007 | Jul/2007 | Out/2007 | Jan/2008 | Abr/2008 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M | 8,77 A | 13,32 A | 27,90 AB | 55,48 B | 78,52 B |
| M+ Eg | 8,08 A | 16,18 A | 33,50 A | 72,08 A | 97,10 A |
| Tf | 8,33 A | 14,52 A | 27,82 AB | 53,58 B | 71,68 BC |
| Cp | 9,15 A | 13,18 A | 25,55 B | 44,07 B | 57,73 C |
| M+Cp | 8,07 A | 12,63 A | 27,28 AB | 51,47 B | 78,35 B |
| 1 x 0,5 m | 8,68 A | 14,55 A | 28,99 A | 54,75 A | 74,18 A |
| 1 x 1 m | 8,28 A | 13,39 A | 27,60 A | 55,92 A | 79,17 A |
| C.V. (%) | 8,85 | 14,84 | 13,52 | 12,43 | 10,81 |

*Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Os resultados das médias de diâmetro indicam que, na Amazônia, o emprego de adubo orgânico em pupunheira (*Bactris gasipaes*) é considerado essencial, como enfatiza Clement (1986) *apud* Kulchetscki *et al.* (2001).

Pesquisando o diâmetro do estipe principal em pupunheiras com e sem espinhos na Amazônia central, Flores (2003) observou que em plantas sem espinhos, após 15 meses de avaliação, os maiores valores médios nos tratamentos com adubo mineral parcelado (69,97 mm), seguido de Eg na cova + M em cobertura (65,84 mm), sem diferença significativa. Essas médias de diâmetro, no entanto, estão inferiores às desta pesquisa (Tabela 2), que apresenta apenas uma média inferior ao maior valor do referido trabalho (57,73 mm de diâmetro), no fator adubação.

Para extração do palmito Mora Urpí *et al.* (1997) recomendam diâmetro acima de 9 cm, resultado obtido apenas no tratamento com adubação mineral + esterco, 15 meses após o plantio.

Após 12 meses de observação, não foi constatada diferença significativa no diâmetro da planta, para os espaçamentos, que tiveram valores médios finais de 74, 18 cm e 79,17 mm de diâmetro, para as densidades de 1 m x 0,5 m e 1 m x 1 m, respectivamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade (Tabela 2). Os dados médios de diâmetro foram maiores em densidade de 20.000 plantas.ha⁻¹ (espaçamento de 1 x 0,5 m), porém, somente até a terceira avaliação (outubro/2007), quando passa a predominar a densidade de 1 x 1 m.

Os dados do diâmetro entre os espaçamentos (Tabela 2) podem evidenciar a competição por luz, uma vez que o maior adensamento produziu estipes com diâmetros mais finos, a partir do primeiro ano de plantio. Desse modo, o resultado concorda com Kulchetscki *et al.* (2001), para quem plantios mais adensados produzem palmitos mais finos, indicando, assim, a necessidade de manejo das plantas, caso o mercado exija palmito com maior diâmetro. Entretanto, Yuyama *et al.* (1998) destacam que a alta densidade tende diminuir o diâmetro do palmito, porém, aumenta a porcentagem de palmito colhido. Da mesma forma, Bezerra & Yuyama (2006b), verificaram diferença estatística no diâmetro do estipe de pupunheiras, submetidas à adubação

mineral e diferentes espaçamentos, entre eles 1,5 x 0,5 m e 1 x 0,5 m, concluindo que esses espaçamentos promoveram menor crescimento no diâmetro, no estado do Amazonas.

Para Bovi *et al.* (2002), citando outros autores, o diâmetro da haste principal reflete bem o crescimento da planta, estando diretamente correlacionado com a posterior produção de palmito e/ou de frutos. Pela simplicidade de mensuração, o diâmetro ou o perímetro da planta vem sendo usado frequentemente para avaliar desenvolvimento vegetativo em palmeiras, sendo um bom indicador de crescimento.

Com resultados distintos aos encontrados no presente experimento, Carvalho *et al.* (2006) constataram que não houve diferença significativa entre os níveis de luz e o diâmetro do colo em plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), destacando que, à semelhança da altura, o diâmetro do colo foi superior em plantas cultivadas sob maior restrição de luz. Porém, Pinheiro *et al.* 1988; Garcia & Fonseca 1991; Nodari *et al.* 1999; Tsukamoto Filho *et al.* 2001; Faria *et al.* 2002), *apud* Carvalho *et al.* (2006), atribuem os valores às características fisiológicas da espécie, ao mesmo tempo em que mencionam que maior crescimento sob menores níveis de radiação em relação às características de crescimento estudadas também foram observadas em algumas espécies de palmeiras, como palmiteiro (*E. edulis* Mart.), pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) e coqueiro (*Cocos nucifera* L.).

Número de folhas verdes da planta principal

Observando a tabela 3, verificou-se que o maior valor foi registrado na adubação com composto (A4), com 7,17 folhas, contra de 6,47 folhas na adubação mineral + esterco (A2), registrada como menor número de folhas.

Tabela 3 – Dados médios do número de folhas da planta principal de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth), submetidas a diferentes adubações e espaçamentos, em Presidente Figueiredo/AM, 2007/8.

| Tratamentos | Abr/2007 | Jul/2007 | Out/2007 | Jan/2008 | Abr/2008 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M | 3,97 A | 5,72 A | 7,13 A | 8,03 A | 6,80 A |
| M+ Eg | 4,42 A | 5,80 A | 7,38 A | 7,63 A | 6,47 A |
| Tf | 4,03 A | 5,65 A | 7,55 A | 7,97 A | 6,93 A |
| Cp | 3,88 A | 5,90 A | 7,18 A | 8,07 A | 7,17 A |
| M+Cp | 3,87 A | 5,28 A | 7,37 A | 7,58 A | 6,70 A |
| 1 x 0,5 m | 3,91 B | 5,61 A | 7,21 A | 7,71 A | 6,74 A |
| 1 x 1 m | 4,16 A | 5,73 A | 7,43 A | 8,01 A | 6,89 A |
| C.V. (%) | 7,81 | 7,15 | 6,13 | 6,55 | 6,93 |

*Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Também é possível observar que nas três primeiras avaliações, no fator adubação, houve uma variação entre os tratamentos com maior número de folhas verdes, sendo registrados maiores valores nos tratamentos, M+Eg, Cp e Tf, respectivamente. Somente nas duas últimas tomadas de dados, o maior número de folhas foi verificado no mesmo tratamento com composto, porém, com redução de valor da última avaliação em relação à anterior, com 8,07 e 7,17 folhas verdes, respectivamente. Na última observação foi constatado que os valores, em todos os tratamentos, foram inferiores, até mesmo aos da terceira aferição.

A variação na emissão de folhas verdes, em todos os tratamentos pode ter ocorrido, possivelmente, em virtude de estresse hídrico, além do provável surgimento da

competição por luz, notadamente nos tratamentos com adensamento de 1 x 0,5 m, onde comprovadamente, o número de folhas verdes foi menor, embora sem diferença estatística. Fatos parecidos foram observados por Flores (2003), durante o período seco. O autor ressalta que, durante a seca, a planta reduz sua atividade fisiológica para emissão de folhas novas e crescimento das mesmas. Enquanto que Vargas (2000), *apud* Flores (2003), destaca que a diminuição na emissão foliar e o incremento do número de folhas na planta, através do tempo, estão associados à diminuição de temperatura e umidade do solo.

Nesse sentido, Bovi 1998; Bovi *et al.* 1988, 1998; Ramos *et al.* 1999, *apud* Clement & Bovi (2000), garantem que o número de folhas reflete bem o efeito de estresse hídrico e adubação. Os autores ainda afirmam que o número de folhas vivas, verdes ou funcionais está diretamente relacionado com o número de folhas internas e, portanto, com a produção de palmito. Neste experimento, ao contrário de Flores (2003), não foi verificada queda na emissão de folhas verdes durante o período de estiagem, em nenhum tratamento analisado (Tabela 3).

Estudando pupunheiras com e sem espinhos no estado do Amazonas, Flores (2003) não constatou diferença significativa no número de folhas, aos 18 meses de avaliação. Porém, no mesmo experimento, em três, das seis avaliações feitas, apresentou diferença estatística, ao final do período chuvoso, entre os tratamentos com adubação mineral e mineral mais esterco, diferentemente deste trabalho, onde não foram observadas variações decorrentes de estiagem (Tabela 3).

De modo semelhante ao registrado nos tratamentos com adubação, a alteração na emissão de folhas entre os espaçamentos se deve, provavelmente, ao fator competição, entre as plantas, tanto por luz como por nutrientes, porém, apenas no menor adensamento.

Em relação ao espaçamento, também não foi observada diferença significativa, sendo que a tabela 3 mostra maior número de folhas verdes em E2 m (6,89 folhas) e menos folhas verdes em E1 (6,74 folhas), que correspondem aos espaçamentos de 1 x 1 m e 1 x 0,5 m, respectivamente. Porém, tal como ocorreu nos tratamentos de adubação, nesse fator também foi notada redução na emissão de folhas na terceira avaliação, mas, sem diferença estatística.

Na variável número de folhas, Bezerra & Yuyama (2006b), estudando diferentes espaçamentos com a mesma fórmula de adubação mineral e orgânica (Eg), no município de Manaus/AM, também constataram número de folhas menor, na densidade de 1 x 0,5 m. Esse resultado concorda também com Yuyama (1997), também no Amazonas, testando sistemas de cultivo de pupunheiras para produção de palmito, quando conferiu número de folhas parecidos aos deste ensaio (7,9 folhas) em densidade similar (Tabela 3). Pesquisando adubação de pupunheira para palmito, na Amazônia Central, Flores (2003) obteve média de seis folhas verdes, aos 18 meses, na planta principal, quantidade inferior ao verificado neste estudo (Tabela 3).

Ramos (2002), *apud* Ramos *et al.* (2008) afirmam que dois anos após o plantio, antes do corte, foi encontrado número médio de folhas foi de 6,9, concordando, portanto, com esta pesquisa (Tabela 3) e, parcialmente, com Clement & Bovi (2000), para quem uma planta de tamanho apropriado para o corte raramente tem mais de 6-10 folhas

na densidade comercial (5.000 plantas.ha⁻¹). Em pesquisa com pupunheiras da mesma origem, em Piracicaba/SP, Ramos *et al.* (2008), encontraram valores mínimo e máximo de cinco e oito folhas, fotossinteticamente ativas, respectivamente, em plantas com 30 meses em campo.

IV. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permite concluir que, na Amazônia, a associação entre adubação mineral e orgânica é fundamental para o êxito em plantios de pupunheiras para palmito.

V. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, e Agropecuária Jayoro pela seção de área experimental e dos funcionários para instalação e manutenção do experimento.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAIA, S.S. & OLIVEIRA, L.A. 1997. Pedologia e fertilidade dos solos da Amazônia. In: NODA, H., GOMES SOUZA, L.A. & FONSECA, M.O. J. (Eds.). *Dois décadas de contribuição do INPA a pesquisa Agrônômica no Tropicó Úmido*. Manaus: INPA - MCT. p. 179-191.

BEZERRA, R.L. & YUYAMA, K. 2006a. Efeito de espaçamento no crescimento de pupunheira na Amazônia Central. In: XLVI Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia, GO. *Horticultura Brasileira-suplemento*, 24: 2168-2171.

BEZERRA, R.L. & YUYAMA, K. 2006b. Efeito de espaçamento e adubação na produção de palmito de pupunheira na Amazônia Central. In: XLVI Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia, GO. *Horticultura Brasileira-suplemento*, 24: 2172-2175.

BOVI, M.L.A. 1998. Palmito pupunha: Informações básicas para cultivo. *Boletim Técnico* 173. Campinas-IAC. 50 pp.

BOVI, M.L.A., GODOY JUNIOR, G. & SPIERING, S.H. 2002. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. *Scientia Agricola*, 59(1): 161-166.

CARVALHO, N.O.S., PELACANI, C.R., RODRIGUES, M.O.S. & CREPALDI, I.C. 2006. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *Rev. Arvore*, 30(3): 351-357.

CLEMENT, C.R. 1995. *Growth and genetic analysis of pejibaye (Bactris gasipaes Kunth, Palmae) in Hawaii*. 221 f. Tese (Doutorado em Horticultura) - College of Tropical Agriculture and Human Resoucer, University of Hawaii at Manoa, HI, USA, 1995.

CLEMENT, C.R. & BOVI, M.L.A. 2000. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. *Acta Amazonica*, 30(3): 349-362.

EMBRAPA. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

FLORES, W.B.C. 2003. *Padrão de desenvolvimento da pupunheira (Bactris gasipaes Kunth) com e sem espinhos, em diferentes formas de adubação para a produção de palmito na Amazônia Central*. 118 f. Tese (Doutorado em

Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, 2003.

FLORES, W.B.C. & YUYAMA, K. 2007. Adubação orgânica e mineral para a produção de palmito da pupunheira na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 37(4): 483-490.

KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479 pp.

KULCHETSKI, L., CHAIMSOHN, F.P. & GARDINGO, J.R. 2001. *Palmito Pupunha (Bactris gasipaes Kunth): a espécie, cultura, manejo agrônômico, usos e processamentos*. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG. 148 pp.

MOLINA, R.E. 1999. Suelos, Nutrición Mineral y Fertilización. In: MORA URPI, J.; GAINZA, J.E. (Eds). *Palmito de pejibaye (Bactris gasipaes Kunth): Su cultivo e industrialización*. San José: Univ. de Costa Rica. p. 78-94.

MOLINA, R.E. 2000. *Manual de suelos y nutrición de pejibaye*. San José, CR: ACCS. 42 p.

MORAES NETO, S.P., GONÇALVES, J.L.M., TAKAKI, M.; CENCI, S. & GONÇALVES, J. C. 2000. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. *Revista Arvore*, 24(1): 35-45.

MORA URPI, J., WEBER, J.C. & CLEMENT, C.R. 1997. *Peach palm. Bactris gasipaes Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 20. Gatersleben: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research-IPK, Rome: International Plant Genetic Resources Institute - IPGRI, 83 pp.

NASCIMENTO, J.T., OLIVEIRA, A.P., SOUZA, A.P., SILVA, I.F. & ALVES, A.U. 2005. Rendimento de palmito de pupunheira em função da aplicação de esterco bovino e adubação química. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 23(1): 19-21.

NAVA, D.B., MONTEIRO, E.A., CORREIA, M.C., ARAÚJO, M.R., SAMPAIO, R.R.L. & CAMPOS, G.S. 1998. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. *Sócio – Economia do Município de Presidente Figueiredo*, Amazonas. 63 pp.

OLIVEIRA, A.P., ALVES, A.U., CANDEIA, B.L., BENVINDO, J.M.S., BARBOSA, L.J.N. & SILVA, J.V. 2001a. Crescimento da pupunheira em função de fontes e doses de matéria orgânica. In: 41 Congresso Brasileiro de Olericultura, Brasília. *Horticultura Brasileira-suplemento*. 19:.

OLIVEIRA, A.P., ALVES, A.U., CANDEIA, B.L., BENVINDO, J.M.S., BARBOSA, L.J.N. & SILVA, J.V. 2001b. Desenvolvimento da pupunheira cultivada com fertilizante orgânico e mineral. In: 41 Congresso Brasileiro de Olericultura, 2001, Brasília-DF. *Horticultura Brasileira*. Brasília-suplemento. 19.

RAMOS, A., BOVI, M.L.A., FOLEGATTI, M.V. & DIOTTO, A.V. 2004. Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira. *Horticultura Brasileira*, 22(4): 734-739.

RAMOS, A.; BOVI, M.L.A.; FOLEGATTI, M.V. & DIOTTO, A.V. 2008. Estimativas da área foliar e da biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. *Horticultura Brasileira*, 26: 138-143.

SILVA, J.R.A. & FALCÃO, N.P.S. 2002. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira

cultivadas em solução nutritiva. *Acta Amazonica*, 32(4): 529-539.

YUYAMA, K. 1997. Sistemas de cultivo para produção de palmito de pupunheira. *Horticultura Brasileira-suplemento*, 15:191-198.

YUYAMA, K., CHÁVEZ F., W.B. & CLEMENT, C.R. 2002. Pupunheira. In: BRUCKNER, C.H. (Ed.). *Melhoramento de Fruteiras Tropicais*. Viçosa: UFV. p.411-422.

YUYAMA, K., CHÁVEZ FLORES, W.B., CLEMENT, C.R., PIRES, S.D.S. & NASCIMENTO, S.A.. 1998. Espaçamento e Adubação no desenvolvimento e produção de palmito de pupunheira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, XXXVIII., 1998, Petrolina. *Anais...* Petrolina: SOB, n. 336.

YUYAMA, K., COSTA, S.S. & SILVA, I.A. 2001. Produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes*) com o uso de adubo orgânica e mineral. In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 7RE., 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo.

YUYAMA, K., FLORES, W.B.C., PEREIRA, B.G. & SILVA, I.A. 2005. Efeito da densidade de plantas e da adubação NPK na Produção Inicial de Palmito de Pupunheira. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 29: 373-378.

VII. COPYRIGHT

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

ESTIMATIVA DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO DENDEZEIRO (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.) POR MARCADORES RAPD EM ÁREA DE OCORRÊNCIA DA DOENÇA AMARELECIMENTO FATAL

MARIA ROSA TRAVASSOS DA ROSA COSTA; ALESSANDRA DE JESUS BOARI; ANDREA
CRISTINA RODRIGUES FORTES; SIDNEY VASCONCELOS DO NASCIMENTO
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL/PA
maria-rosa.costa@embrapa.br

Resumo - O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma espécie vegetal de extrema importância econômica no Estado do Pará, sendo indispensáveis estudos que viabilizem a sua caracterização genética, a fim de direcionar programas de melhoramento nesta espécie e o monitoramento da sua variabilidade. Desta forma, o objetivo deste trabalho consistiu em realizar a caracterização genética de plantas de um plantio comercial de mais de 26 anos, localizado no município de Moju, estado do Pará. Foram coletadas e extraídas amostras de cinquenta e uma plantas, sendo 24 afetadas pelo Amarelecimento Fatal (AF) e 27 possivelmente resistentes, já que não apresentavam nenhum sintoma da doença. Para a caracterização genética foram utilizados marcadores moleculares RAPD (Polimorfismos de DNA Amplificados ao Acaso). A seleção dos iniciadores foi realizada a partir de um screening de seis kits (kit OPA, OPU, OPN, OPO, OPB e OPF) dos quais foram selecionados os quatorze mais polimórficos que geraram bandas no intervalo de três a oito, viáveis para utilização nesse estudo. A análise de similaridade genética foi realizada com 50 marcadores RAPD, no programa NTSYS-pc 2.0 utilizando o coeficiente de Jaccard. A partir dos dados gerados pela UPGMA, pôde-se dimensionar a variabilidade existente entre os mesmos. Foram obtidos intervalos de similaridade genética variando de 0,23 a 0,86, sendo que os indivíduos mais divergentes foram o R08 com o R24 (0,23) e os mais similares os genótipos R04 e o D07 (0,86). Os resultados indicaram a existência de variabilidade genética a ser explorada na espécie em estudo e que a “resistência” a doença apresentada por algumas plantas não é concretizada como sendo de origem genética.

Palavras-chave: Distância Genética. Fitossanidade. Marcadores Moleculares.

I. INTRODUÇÃO

O dendezeiro é uma cultura de grande importância sócio-econômica, pois além de apresentar grande potencial para produção de óleo, gera grande número de empregos, uma vez que utiliza quantidade significativa de mão-de-obra no plantio, colheita e processamento nas usinas de beneficiamento. Entretanto, um dos principais entraves para a expansão desta cultura, com enorme potencial à exploração de biocombustível, é a doença Amarelecimento Fatal (AF) por dizimar milhares de plantas e, conseqüentemente, levar à grandes perdas econômicas de empresas vinculadas ao agronegócio do dendê.

No Brasil, esta doença se caracteriza, inicialmente, pelo ligeiro amarelecimento dos folíolos basais das folhas intermediárias e, mais tarde, pelo aparecimento de necroses nas extremidades destes, estas necroses evoluem para o secamento total da folha e morte da planta. Pode ocorrer a remissão temporária da planta, seguida de declínio generalizado e morte (TRINDADE *et al.*, 2005).

Os marcadores moleculares têm sido indicados como os mais adequados nos estudos de diversidade genética e podem ser empregados para identificar e auxiliar a seleção de genótipos promissores. Também possuem a vantagem de não sofrer influência ambiental. A caracterização molecular associada aos dados de produção de biomassa irá auxiliar a escolha do material para a constituição dos bancos de germoplasma, novos plantios e a preservação racional da espécie em estudo. Os estudos de caracterização através de marcadores moleculares em associação com avaliação da divergência genética nesta espécie são bastante limitados. De acordo com Nunes (2008), apesar da técnica de RAPD ser considerada por muitos pesquisadores como sendo de baixa repetibilidade de resultados, comparada às outras técnicas moleculares, quando otimizadas as condições da PCR, ela mostra-se eficiente no estudo da variabilidade genética. O mesmo autor em seu trabalho, analisando a variabilidade em *Butia capitata*, constatou que a técnica de RAPD é útil para estudo de variabilidade genética nesta palmeira.

O presente trabalho é considerado prioritário, devido à necessidade de se quantificar a variabilidade genética dos genótipos de dendezeiro para verificar a similaridade entre plantas com e sem AF, afim de sanar dúvidas quanto à origem e auxiliar na escolha de acessos potenciais para o enriquecimento da variabilidade genética. Apesar da variabilidade fenotípica existente nos plantios, o germoplasma de dendezeiro tem sido pouco estudado sob o ponto de vista genético. O uso combinado de marcadores morfológicos e moleculares subsidiará os trabalhos de melhoramento, na busca de novos cultivares com características de qualidade que atendam demandas do setor produtivo, contribuindo, ainda, para o intercâmbio de material caracterizado e de informações entre instituições de pesquisa e produtoras de óleo e produtos.

Assim, o objetivo deste estudo foi examinar o polimorfismo gerado por marcadores RAPD e analisar a diversidade genética entre genótipos de dendezeiro pertencentes ao plantio comercial da Agroindústria MARBORGES S^a.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O material analisado foi composto de cinquenta e um genótipos pré-selecionados provenientes de amostras de vinte e quatro plantas doentes (D01 a D24) e vinte e sete plantas (R01 a R27) que não apresentavam qualquer sintoma de Amarelecimento Fatal, todas pertencentes ao plantio da fazenda MARBORGES-Moju no estado do Pará. O DNA foi extraído a partir de folhas utilizando um protocolo inorgânico modificado por Costa e Oliveira (2002). A concentração de DNA foi estimada em gel de agarose 1,0 %, pela comparação do DNA total com três concentrações do DNA Bacteriófago íntegro lambda. As amostras utilizadas na seleção, após a quantificação total, partiram de diluições da amostra total em água estéril, de modo a conter 5 ng/μl de DNA. As reações de amplificação foram desenvolvidas de acordo com o protocolo de Williams *et al.* (1990) com modificações, num volume final de 12 μl contendo água destilada autoclavada, 20 mM Tris-HCl (pH 8,0), 50 mM KCl, 2,0 mM MgCl₂, 200 μM de cada dNTP, BSA purificada (2,5 mg/ml), 1,3 μM do iniciador arbitrário, 1U.I Taq DNA polimerase e 15 ng de DNA genômico.

As amplificações foram realizadas em termociclador de DNA Eppendorf Mastercycler, sendo realizados 40 ciclos de 1' a 94 °C, 1' a 37 °C e 2' a 72 °C, seguidos de mais 7 minutos a 72 °C para a completa extensão dos produtos amplificados. O método utilizado para a separação dos produtos amplificados foi à eletroforese horizontal em gel de agarose à 1,5 %, corado com brometo de etídio 1mg/ml. Foi utilizado TBE (Trizma base 0,1 M; ácido bórico 1M e EDTA 0,5M) como tampão do gel e de corrida. Após a eletroforese, os géis foram visualizados e fotografados em equipamento de foto documentação por transiluminação em ultravioleta.

A seleção dos iniciadores foi realizada a partir de um *screening* de seis kits (kit OPA, OPU, OPN, OPO, OPB e OPF), dos quais foram selecionados os quatorze mais polimórficos (OPO10, OPB18, OPA06, OPA10, OPA19, OPA20, OPU05, OPU10, OPU15, OPU16, OPU17, OPU18, OPN03 e OPF), que geraram bandas no intervalo de três a oito, viáveis para utilização nesse estudo.

Aplicou-se em cada gel um marcador de peso molecular conhecido, o ladder de 1Kb (Gibco-BRL) no início e no final do gel para definir o tamanho aproximado dos fragmentos gerados nas PCRs.

Assim, inicialmente foi construída uma matriz para os fragmentos polimórficos amplificados com (1) significando presença e (0) significando ausência de banda. Somente foram consideradas as bandas que não davam margens a dúvidas. Bandas muito fracas, de difícil resolução, não foram incluídas. Para análise dos dados, utilizou-se o NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System), versão 2.02. A similaridade entre as amostras foi estimada pelo coeficiente de Jaccard, e resultou em uma matriz de similaridade. A partir dessa matriz foi gerado o “cluster” pelo método UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average”),

apresentado sob a forma de um dendrograma. O teste de reamostragem do dendrograma (Bootstrap: 1000 replicações) foi baseado no programa WinBoot (YAP; NELSON, 1996).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de cinquenta fragmentos RAPD polimórficos, com tamanhos variando de 250 a 2000 pares de bases, foi amplificado pelos quatorze iniciadores utilizados. Uzzo *et al.* (2003) trabalhando com um total de nove iniciadores, em palmeiras do gênero *Archontophoenix*, obtiveram a amplificação de 141 marcadores RAPD, onde obtiveram 51 polimórficos (36%). Assim, de acordo com a literatura, o número de fragmentos polimórficos obtidos neste trabalho é considerado satisfatório para estudos de diversidade genética.

O número de fragmentos polimórficos variou de 01 (OPU 05) a 10 (OPU 16). Resultados similares foram constatados na pupunheira, onde Moretzsohn *et al.*, 2002 avaliando a similaridade em 175 acessos de caiaué, uma palmeira nativa da Amazônia, também encontraram níveis de polimorfismo similares aos obtidos neste trabalho.

Não foram observadas, dentre os fragmentos amplificados, a ocorrência de bandas específicas a nenhum genótipo avaliado. Foram estimados os índices de similaridade entre todos os genótipos. A similaridade genética variou de 0,23 a 0,86. Costa e Oliveira (2010), analisando a similaridade genética em genótipos de tucumã com RAPD obtiveram coeficiente de similaridade mínima de 0,28, valor este próximo ao obtido neste estudo (0,23), porém a similaridade máxima encontrada pelos autores foi de 0,65 ficando abaixo do valor aqui encontrado (0,86). Nunes (2008), em um estudo de caracterização molecular de butiazeiro por RAPD, obtiveram coeficientes de similaridade de 0,65 a 0,85 entre os genótipos, assemelhando-se, neste caso, as similaridades máximas por ele obtidas e as encontradas neste trabalho. Ciampi *et al.* (2007), avaliando duas populações de *Trithrinax brasiliensis* também encontraram valores de similaridade máxima semelhantes aos obtidos neste estudo (0,85), assim como no presente trabalho, os autores verificaram que a clusterização não provocou a formação de grupos diferenciando as duas populações por ele estudadas.

A maior similaridade genética foi entre o R04 e o D07 (0,86), fato que respalda a teoria de que, neste caso, a resistência apresentada por algumas plantas não se deve a mecanismos de origem genética.

Os valores de dissimilaridade genética obtidos neste trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por Oliveira *et al.* (2007), que avaliando a diversidade genética entre acessos de açazeiro com marcadores RAPD obtiveram dissimilaridades que variaram entre 0,06 a 0,67. A maior dissimilaridade genética foi obtida, comparando-se o R08 com o R24 (0,23). A segunda maior dissimilaridade foi entre o R02 e o D05 (0,24). Isso indica que estes materiais são candidatos potenciais como fonte de variabilidade no programa de hibridização desta espécie, visando o melhoramento genético. Estes dados podem monitorar os cruzamentos com grande potencial de aumento de variabilidade no germoplasma de dendezeiro. Em diversas palmeiras perenes tropicais foram detectadas

dissimilaridades de magnitudes 0,03 a 0,71, com o uso de marcadores RAPD (HAYATI *et al.*, 2004).

Na figura 1, encontra-se o dendrograma gerado pelo método UPGMA, através do programa NTSYS-pc, 2.02. A clusterização provocou a separação dos acessos em grupos com coeficiente de similaridade variando de 0,23 a 0,86, demonstrando ampla variabilidade nos genótipos estudados. Não houve a formação de grupos separados dos genótipos com e sem Amarelecimento Fatal, sugerindo que a “resistência”, neste caso, pode estar influenciada por outros fatores que não o genético.

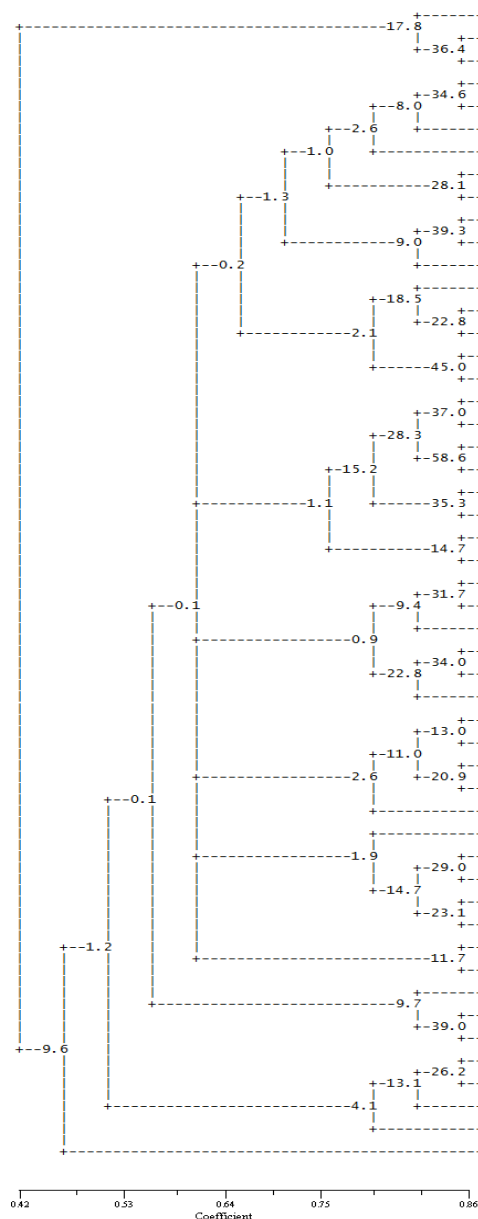


Figura 1- Dendrograma gerado pelo método de análise de cluster UPGMA para o coeficiente de Jaccard, para os 50 polimorfismos obtidos nos RAPDs

Marcadores RAPDs também foram utilizados por Sousa *et al.* (2001) para avaliar a hipótese da existência de três raças de pupunha (*Bactris gasipaes*). Pela análise com oito iniciadores, obtiveram 80 marcadores, cuja similaridade média estimada pelo coeficiente de Jaccard foi de 0,53 que encontra-se dentro da variação de similaridade observada neste trabalho (0,54).

IV. CONCLUSÕES

O marcador molecular utilizado mostrou-se eficiente para ser utilizado na caracterização genética do dendezeiro.

A “resistência” ao amarelecimento fatal não foi suficiente para discriminar os grupos geneticamente, sugerindo que sua causa provavelmente deve-se a outros fatores, e não a mecanismos de origem genética.

Serão necessários estudos mais aprofundados para se elucidar o mecanismo de tolerância ao AF apresentado pelas plantas remanescentes.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, G.. Caracterização molecular de butiazeiro por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 702-707, 2008.

CIAMPI, A. Y.; SUJII, P. S.; ALEGRIA, M. R. M. . Análise genética em populações de *Trithrinax brasiliensis* Mart. utilizando marcadores moleculares RAPD. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 558-560, 2007.

COSTA, J. R. S. da; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Similaridade genética entre genótipos de tucumã tipo alaranjado por marcadores RAPD. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, 14., 2010, Belém, PA. **Bolsista de iniciação científica: um aporte ao desenvolvimento da pesquisa agropecuária: anais**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 1 CD-ROM. PIBIC 2010.

COSTA, M. R.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Extração de DNA de açaieiro a partir de folhas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 22 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 127).

HAYATI, A.; WICKNESWARI, R.; MAIZURA, I.; RAJANAIDU, N. Genetic diversity of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) germoplasm collections from Africa: implications for improvement and conservation of genetic resources. **Theoretical Applied Genetic**, Berlin, v. 108, n. 7, p. 1274-1284, May 2004.

MARTINS, C. M.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. **Utilização de RAPD como marcador molecular em plantas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 39 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 166).

MORETZSOHN, M. C.; FERREIRA, M. A.; AMARAL, Z. P. S.; COELHO, P. J. A.; GRATTAPAGLIA, D.; FERREIRA, M. E. Genetic diversity of Brazilian oil palm (*Elaeis oleifera* H.B.K.) germplasm collected in the Amazon Forest. **Euphytica**, Wageningen, v. 124, n. 1, p. 35-45, 2002.

NUNES, A. M.; BIANCHI, V.J; FACHINELLO, J.C; CARVALHO, A. Z. ; OLIVEIRA, M. S. P., AMORIM E. P., SANTOS J. B., FERREIRA D. F.. Diversidade genética entre acessos de açaieiro baseada em marcadores RAPD. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1645-1653, nov./dez., 2007.

SOUSA, N. R.; RODRIGUES, D. P.; CLEMENT, C. R.; NAGAO, E. O.; ASTOLFI-FILHO, S. Discriminação de raças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes*) na Amazônia brasileira por meio de marcadores moleculares (RAPDS). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 31, n. 4, p. 539- 545, 2001.

TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN, J. Abordagem sobre o estado atual das pesquisas para a identificação do agente causal do amarelecimento fatal do dendezeiro. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.;

SANTOS, I. P. (Ed.). **Pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. p. 439-450.

UZZO, R. P.; BOVI, M. L. A.; COLOMBO, C. A. Caracterização molecular de palmeiras do gênero *Archontophoenix*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Melhoramento da qualidade de vida**: [anais]. Porto Seguro: SBMP, 2003.

WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, v.18, n. 22. p.6531-6535, 1990.

YAP, I.; NELSON, R. J. **Winboot**: a program for performing bootstrap analysis of binary data to determine the confidence limits of UPGMA based dendograms. Manila: IRRI, 1996. 25 p. (IRRI. Discussion Paper, 14).

VI. COPYRIGHT

Os autores do artigo citados na página inicial são os únicos responsáveis pelas informações contidas neste trabalho.

AUTOMATED METHOD FOR CFU COUNTING IN PETRI DISHES

GABRIEL MARCELINO ALVES¹; PAULO ESTEVÃO CRUVINEL²; HELIANA DE AZEVEDO
FRANCO DO NASCIMENTO³

1 – FEDERAL INSTITUTE OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY OF SÃO PAULO;

2 – EMBRAPA AGRICULTURAL INSTRUMENTATION; 3 – NATIONAL COMMISSION OF
NUCLEAR ENERGY

gabriel.marcelino@ifsp.edu.br; paulo.cruvinel@embrapa.br

Abstract - This work presents a computer aided system for automated counting of colony formation units in Petri dishes. The method implemented uses techniques of digital image processing, and among them Hough transform for circular objects. The method was developed in visual environment Borland Builder C++ and for the acquisition of images a system of illumination has been elaborated. For validation of the method, samples containing the *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Escherichia Coli*, and *Staphylococcus aureus* were prepared. Moreover, a comparison was realized between on method based in digital image processing and the manual analysis. The results have shown the potentiality of the methodology, which is applied for laboratory applications that involve the quantification of bacterial colonies in solid culture environments.

Keywords: CFU Counting. Hough Transform. Image Processing.

I. INTRODUCTION

Although the cultivation of microorganisms in solid culture is a traditional technique it continues being the compulsory step when it is necessary the isolation and purification bacterium lines. Nowadays, it has been employed the molecular microbiology technique associated with the traditional techniques, including counting and cultivation in solid way, when intend to quantify or isolate different groups of microorganisms.

Many institutes, laboratories and entities are worry in establish procedures, criteria and standards of microbiologies analysis involving counting of colonies in solid culture. The Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA), through of Normative Instruction Nº 62, of August, 26 of 2003 established procedure to standard counting of microorganism with application of samples of raw material, water and meals (MAPA, 2003). The National Agency of Health Surveillance (ANVISA) and the National Advice of Environment (CONAMA) are examples of worried entities with the criteria and standard of microbiologies analysis (ANVISA, 2005). The National Commission of Nuclear Energy (CNEN) also uses of microbiologies analysis as the Radioecology Laboratory

installed in the Poços de Caldas Unit (Gomes *et. al.*, 2003; Almeida *et. al.*, 2005; Gomes & Silva, 2005).

However, it has been observed that the manual counting of colonies is limited, because is a slowly process and the number of analysis performed depends of visual exposure activity by the technician. Also, may be verified that do not exist in the market very computational resource established that aid the analysis. The computational resources, in general, have a high cost and do not treat with variety of microorganisms. In this context, the development of a methodology based on digital image processing to automatic counting of colonies formation units increase in the number of analysis made in laboratories (Park *et. al.*, 2010; Ates & Gerek, 2009; Kothari *et. al.*, 2009). Beyond increase in velocity and reliability of analysis, this method permits the generation of bacterium cultures bank. This method uses the Hough Transform adapted to detection of circular primitive colonies.

II. ILLUMINATION SYSTEM

The lighting is an important factor to be considered in forming the image, it can influence the final result of analysis of an image. The threshold is an example where the lighting plays an important role. The principle of threshold is to separate the regions of an image into two classes. This process of separation is accomplished by examining the histogram of the image in question in search of a valley that is between two peaks. The uneven illumination, in this case, produces a distortion in the histogram, which may impede the task of threshold.

In systems for the automatic counting of colonies, generally, the main difficulty is the lighting system that requires high power lamps, dimmer, in some cases it is necessary the use of special lenses or a combination of all these components. Currently, alternatives that seek to reduce the complexity and cost of such systems have been proposed. This is the case of lighting system that uses LED (light-emitting diode) embedded in a red ring of PVC (Polyvinyl chloride) packaged in a rack painted black. The red LED emit electromagnetic waves in a small range of

frequency spectrum (600nm to 700nm), which represents a region of greater sensitivity of camera CCD (Charge-Coupled Device) low cost (Osowsky & Gamba, 2001).

There are two main methods of lighting that can be employed in a system. The method of backlight or the method of front lighting. In the first method, the Petri dish is placed on a light source and under a CCD camera. Generally, this method is used a white acrylic plate between the light source and the plate to produce a more uniform lighting. In the second, front lighting method, the Petri dish is placed under a light source and a CCD camera. The camera captures the light of the environment and performs the registration of the image.

This work was necessary to develop a front lighting system for the acquisition of images of bacterial colonies in Petri dishes developed at CNEN. The system uses four fluorescent lamps of 20 watts connected to two reactors electronic. The use of electronic reactors avoids the effect of flicker of the lamps, which is captured by CCD cameras. The box surrounding the set of bulbs was produced in wood. The box that packages the lamps and the Petri dish has the following internal measures: 500 mm long by 250 mm wide and 500 mm in height. It has a front cover that allows the manipulation of samples and a top cover that closes the box. Internally there is a support for the lights and the camera.

III. AUTOMATED METHOD

The system for automating the process of counting of CFU was designed to work on computers with at least 256MB of RAM, 1GHz processors with some and have Windows® operating system. This system was developed using the programming language to object oriented C++. Moreover, the tool was used for development Borland® C++ Builder version 5.0. The system, as illustrated in Figure 1, consists of five modules, namely: (i) acquiring images module; (ii) pre-processing module; (iii) processing module; (iv) post processing module; (v) analysis module.

The acquisition module includes a lighting system developed in order to maintain uniformity in luminance to obtain the process of capturing images suitable for analysis. The capture is achieved by means of a Sony® digital camera, model 5.0 Mega pixel Cyber-Shot. The camera has a imaging device CCD with 9.04 mm (Type 1/1.8) and opening of the lens is F2.8 - 4.0, which F is given by the ratio of focal length by the diameter of the lens.

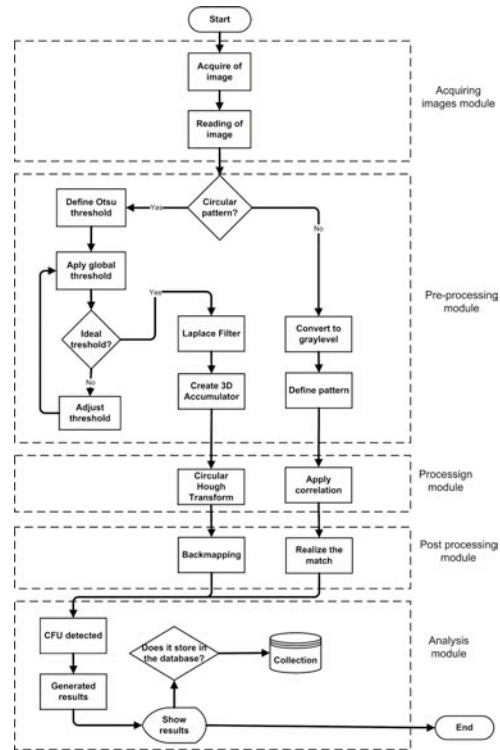


Figure 1 - Overview of the System

The pre-processing module contains a set of techniques of image processing responsible for preparing the image to the stage of processing. This set includes a simple global threshold, the threshold of Otsu, conversion of color images (RGB) to shades of gray and detection of edges using the Laplacian filter.

The processing module includes the use of the technique of circular Hough transform to detect circular bacterial colonies in Petri dishes and the method of correlation by Match for detection of bacterial colonies that do not have circular forms. The Hough transform is used in computer vision for detecting parametric curves. In summary, the main objective of the Hough transform, when applied to the detection of patterns of image from a set of points is to determine the values of the parameters governing the inter-related equations that such points (Cauchie *et. al.*, 2008; Satzoda *et. al.*, 2008; Alves *et. al.*, 2006; Cruvinel *et. al.*, 2003).

The stage of post-processing is responsible for preparing the processed image for analysis and generation of results. The technique of Backmapping applied to the circular Hough transform is employed to remove the false peaks generated using the processed.

Finally, there is a stage of analysis and generation of results that allows extracting the processed image the number of CFU detected and display the result. Information can also be extracted and stored in a collection for analysis of the growth of bacterial species during the exponential growth of the microorganism. Figure 2 shows the class diagram of the system developed for the automatic method of counting CFU in Petri dishes.

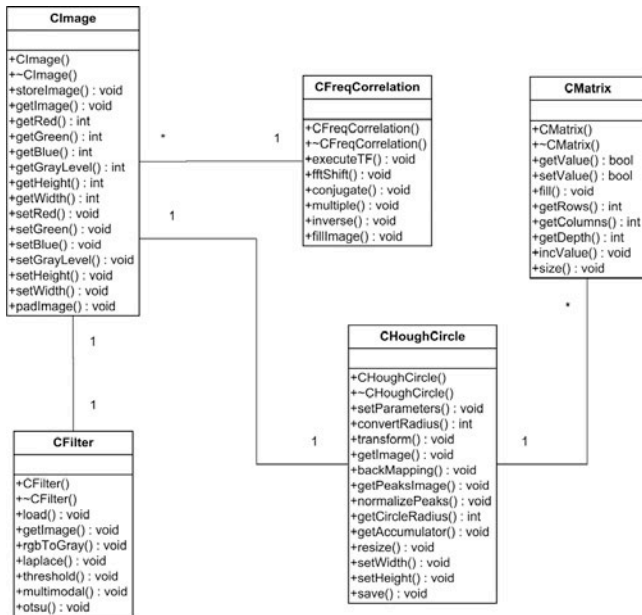


Figure 2 - Class diagram of the system to automate the process of counting of CFU

IV. RESULTS AND DISCUSSIONS

It was analyzed a set of thirty-three samples divided into three groups, each group is the analysis of a specific microorganism. For each group it was performed computational and manual analysis, and then it was calculated the value of absolute error, the value of relative error and the value of percentage error for each sample.

The first group of samples referred to the cultivation of microorganism *Acidithiobacillus ferrooxidans* on solid culture. Figure 3 illustrates the result obtained with the automatic counting, for this sample the manual count identified 82 against 84 CFU the automatic method.

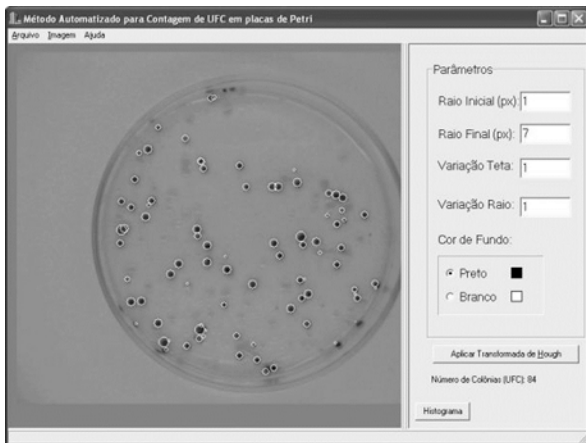


Figure 3 - Sample 1 with the cultivation of microorganism *Acidithiobacillus ferrooxidans*. The white circles show the processed image the colonies detected

Table 1 presents a summary of the analysis, manual and computer, performed with the group of 21 samples of the microorganism *Acidithiobacillus ferrooxidans* on solid culture. This table was found the absolute error, the relative error and percentage error for each sample.

Table 1 - Summary of analysis of samples of the microorganism *Acidithiobacillus ferrooxidans* on solid culture.

| Sample | Absolute Error | Manual Error | | Automatic Error | |
|--------|----------------|--------------|-------|-----------------|-------|
| | | Relative | % | Relative | % |
| 01 | 2,00 | 0,02 | 2,44 | 0,02 | 2,38 |
| 02 | 1,00 | 0,02 | 1,52 | 0,02 | 1,54 |
| 03 | 6,00 | 0,11 | 10,71 | 0,12 | 12,00 |
| 04 | 3,00 | 0,08 | 8,33 | 0,09 | 9,09 |
| 05 | 1,00 | 0,02 | 2,38 | 0,02 | 2,44 |
| 06 | 3,00 | 0,03 | 2,63 | 0,03 | 2,56 |
| 07 | 1,00 | 0,01 | 0,77 | 0,01 | 0,76 |
| 08 | 10,00 | 0,18 | 17,86 | 0,15 | 15,15 |
| 09 | 3,00 | 0,04 | 4,17 | 0,04 | 4,00 |
| 10 | 2,00 | 0,02 | 2,44 | 0,03 | 2,50 |
| 11 | 1,00 | 0,02 | 2,27 | 0,02 | 2,22 |
| 12 | 5,00 | 0,03 | 2,86 | 0,03 | 2,78 |
| 13 | 1,00 | 0,02 | 2,13 | 0,02 | 2,08 |
| 14 | 1,00 | 0,01 | 1,06 | 0,01 | 1,05 |
| 15 | 21,00 | 0,10 | 9,50 | 0,11 | 10,50 |
| 16 | 17,00 | 0,12 | 11,89 | 0,13 | 13,49 |
| 17 | 3,00 | 0,07 | 7,14 | 0,07 | 6,67 |
| 18 | 12,00 | 0,06 | 6,32 | 0,06 | 5,94 |
| 19 | 2,00 | 0,06 | 5,71 | 0,05 | 5,41 |
| 20 | 4,00 | 0,05 | 5,48 | 0,05 | 5,19 |
| 21 | 4,00 | 0,07 | 7,41 | 0,07 | 6,90 |

The samples analyzed for the group 1, it was found in most analysis that the absolute error was less than 10 percent and the error in most cases was between 2% and 7%. However, there are results of error rate above 10%, particularly the sample 3, sample 8, sample 15 and sample 16. These results are linked to external factors inherent in the process of sample preparation. Examples of external factors the problem of the provision of culture medium on the Petri dish that can wrinkle or bubble and growth of colonies near the edge of the plate.

Figure 4 shows the result of dispersion of the values found in the manual and automatic counting of the group of samples of the microorganism *Acidithiobacillus ferrooxidans*. It can be observed in the graph, the bars of errors that are associated with absolute errors of each sample. The coefficient of correlation found for this group of samples was 0.99. For this group the number of CFU per sample was less than 200 CFU, and in this case, the results obtained by automatic analysis were very close to the manual analysis.

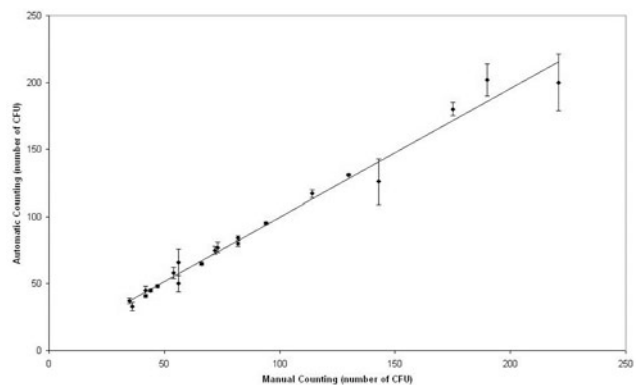


Figure 4 - Graph of dispersion for the comparison between the automatic and manual counting of group 1 which represents the *Acidithiobacillus ferrooxidans* samples

The Figure 5 shows the sample 22 of second group *Escherichia Coli* samples.



Figure 5 - The white circles show the processed image the colonies detected

The result, of second group, obtained with the automatic counting, for this sample the manual count identified 472 against 460 CFU by automatic method.

Table 2 presents a summary of the analysis carried out with the group of five samples of the microorganism *Escherichia coli* in the solid culture. For this group it is observed that the error percentage was below 10%, except for sample 26, which the error rate exceeded 10%. However it is possible to observe that the number of colonies per sample was greater than 300 CFU in most cases and even then the automatic method of counting errors made with low percentage values.

Table 2 - Summary of analysis of samples of the organism *Escherichia coli* in the way solid culture.

| Sample | Absolute Error | Manual Error | | Automatic Error | |
|--------|----------------|--------------|-------|-----------------|-------|
| | | Relative | % | Relative | % |
| 22 | 12,00 | 0,03 | 2,54 | 0,03 | 2,61 |
| 23 | 14,00 | 0,04 | 3,72 | 0,03 | 3,87 |
| 24 | 40,00 | 0,08 | 7,78 | 0,08 | 8,44 |
| 25 | 9,00 | 0,04 | 4,31 | 0,05 | 4,50 |
| 26 | 109,00 | 0,17 | 17,41 | 0,21 | 21,08 |

Figure 6 shows the result of values dispersion found in the manual and automatic counting of *Escherichia coli* samples group. The correlation coefficient found for this group was 0.98.

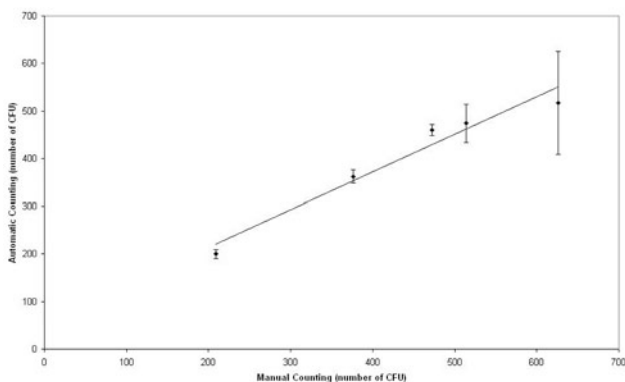


Figure 6 - Graph of dispersion for the comparison between the automatic and counting manual of group 2 wich represents the *Escherichia coli* samples

There is shown in the graph that the absolute errors, which are associated with error-bars that were low in most cases. In the sample, which the error rate was above 10% shows that the number was higher than 600 CFU. In such cases, the manual analysis is usually performed an estimation of the number of colonies on the plate and not actually count. In the computational method, the colonies have already targeted small diameters of the order of 2 to 4 pixels. These factors, in both manual and computational analysis, justifying the difference in results in both tests and the high error percentage.

Figure 7 shows the result obtained in a sample of third group, which the manual count identified 174 CFU to 170 CFU by automatic method. The white circles in the resulting image shows the detected colonies.

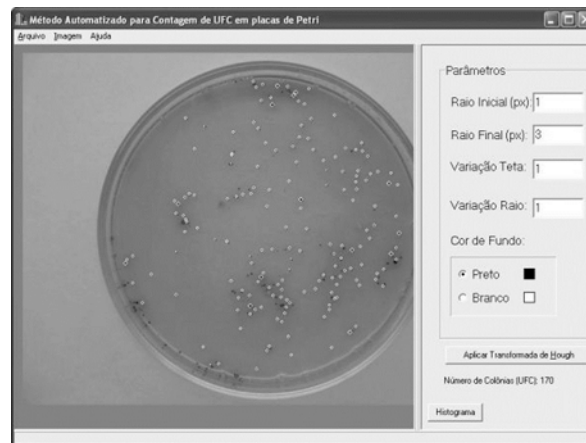


Figure 7 - Sample 29 with the cultivation of the microorganism *Staphylococcus aureus*

The third group of samples referred to the cultivation of the microorganism *Staphylococcus aureus* in the way solid culture. For this group seven samples were analyzed and it was observed that the colonies had small diameters of the order of 6 to 8 pixels. Table 3 presents a summary of the analysis performed with this group.

Table 3 - Summary of analysis with the *Staphylococcus aureus* samples group in the way solid culture.

| Sample | Absolute Error | Manual Error | | Automatic Error | |
|--------|----------------|--------------|------|-----------------|------|
| | | Relative | % | Relative | % |
| 27 | 3,00 | 0,02 | 1,63 | 0,02 | 1,66 |
| 28 | 19,00 | 0,04 | 4,42 | 0,05 | 4,62 |
| 29 | 4,00 | 0,02 | 2,30 | 0,02 | 2,35 |
| 30 | 8,00 | 0,03 | 2,68 | 0,03 | 2,61 |
| 31 | 3,00 | 0,07 | 6,67 | 0,06 | 6,25 |
| 32 | 1,00 | 0,02 | 2,22 | 0,02 | 2,27 |
| 33 | 4,00 | 0,04 | 3,81 | 0,04 | 3,67 |

Note to the table that most of the analysis the error percentage was less than 5%. Furthermore, it was found those samples with the number of colonies between 300 and 400 CFU lower percentage errors despite the large number of colonies per sample. Figure 8 shows the result of dispersion of the values found in the manual and automatic counting *Staphylococcus aureus* samples group. In this group the correlation coefficient found was 0.99

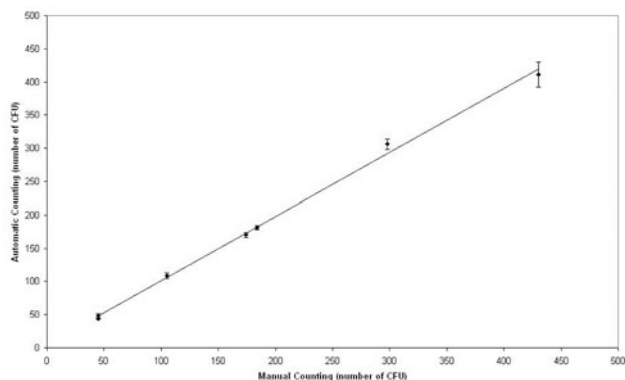


Figure 8 - Graph of dispersion for the comparison between the automatic and counting of group 3 which represents the *Staphylococcus aureus* samples

A further analysis was to observe the behavior of the automatic method for the entire set of samples without considering the division into groups and observe the increase in the average error in the computational analysis on the number of colonies per Petri dish. For this, the set of samples was organized into five classes, each class is a specific quantity of colonies per Petri dish. To define the number of classes and range of these it was observed that the total range and the total number of samples in the set. Then, these classes were the average percentage errors for the automatic and manual analysis. Table 4 shows the organization and number of whole set samples for each class.

It was observed that the resulting average error for samples classes increased with the number of colonies per Petri dish. This happened mainly due to the difficulty of manual counting for samples that have a number of colonies above 300 CFU.

Table 4 - Organization of samples into classes. Each class represents a range of number of colonies in a Petri dish and observed for each class is the average error for automatic and manual analysis.

| Classes | Numbers of samples | Mean Automatic Percentual Error | Mean Manual Percentual Error |
|-----------|--------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 35 a 155 | 21 | 5,13 | 5,19 |
| 155 a 275 | 6 | 4,62 | 4,49 |
| 275 a 395 | 2 | 3,24 | 3,20 |
| 295 a 515 | 3 | 5,22 | 4,91 |
| 515 a 630 | 1 | 21,08 | 17,41 |

V. CONCLUSIONS

The method presented for the automatic counting of bacterial colony-forming units in Petri dishes, using the Hough transform for circular objects is useful in images of bacterial colonies grown on way solid culture and included in Petri dishes.

The groups of samples analyzed with the method and technique of the Hough transform for circular objects had a high correlation with the manual analysis. For the *Acidithiobacillus ferrooxidans* samples group the value of the correlation was 0.99. For the *Escherichia coli* samples group this value was 0.99 and for the *Staphylococcus aureus* samples group the value of correlation was 0.98. There was

also a correlation considering all the samples of the three groups, which was 0.99.

It was observed that the growth of certain microorganisms is employing different means of culture. Some ways culture may have colors that influence later in the analysis of images. This is the case of the microorganism *Escherichia coli* that has a reddish color and the culture the colonies formed by this microorganism are black. The solution in this case was possible using the option of selecting a region of interest, important to establish a better image for the subsequent stages of analysis. These regions were positioned on the images in the interior of the Petri dish and the colors white or black were set for the rest of the image. It was found that in cases where the colony is that the darker background of the selected region set to white for the rest of the image was more appropriate and where the colony is clear that the background, the black showed better results.

Finally, using the method developed, based on techniques of digital image processing, it was possible to perform the quantification of bacterial CFU in Petri dishes, which characterizes the contribution of this work for studies of biological processes for the tailings treatment and radioactive effluents.

VI. REFERENCES

- ALMEIDA, S. K.; LADEIRA, A. C. Q.; BENEDETTO, J. S.; GOMES, H. A. Diagnostic of acid water generated in uranium mines and biological treatment proposal. *Proceedings of Bio & Hydrometallurgy*, 2005.
- ALVES, G. M.; GOMES, H. A.; CRUVINEL, P. E. Método baseado no uso da Transformada de Hough para Contagem Automatizada de unidades formadoras de colônias bacterianas. IX Encontro de Modelagem Computacional, 2006.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC No 275: Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. 2005.
- ATES, H. GEREK, O.N. An image-processing based automated bacteria colony counter. 24th International Symposium on Computer and Information Sciences, p. 18 – 23, 2009.
- CAUCHIE, J.; FIOLET, V.; VILLERS, D. Optimization of an Hough transform algorithm for the search of a center. Elsevier: *Pattern Recognition* 41, p. 567 – 574, 2008.
- CRUVINEL, P. E.; MARTINEZ, A. C.; KOENIGKAN, L. V. Estudo comparativo entre análise de correlação no domínio da frequência e transformada rápida de hough para a determinação do volume de gotas de chuva. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 2003.
- GOMES, H. A.; SILVA, E. N. Occurrence of *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcal enterotoxins* in gamma irradiated mechanically deboned chicken meat. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2005.
- GOMES, H. A.; SILVA, E. N.; CIPOLLI, K.; CARDELLO, H. M. A. B. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. *Meat Science*, v. 65, p. 919–926, 2003.
- KOTHARI, S. CHAUDRY, Q. WANG, M.D. Automated cell counting and cluster segmentation using concavity detection and ellipse fitting techniques. *IEEE International Symposium*

on Biomedical Imaging: From Nano to Macro, p. 795 – 798, 2009.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa No 62: Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. 2003.

OSOWSKY, J.; GAMBÁ, H. R. Sistema automático para contagem de colônias em placas de Petri. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 17, n. 3, p. 131–139, 2001.

PARK, M. JIN, J.S. PENG, Y. SUMMONS, P. YU, D. CUI, Y. LUO, S. WANG, F. SANTOS, L. XU, M. Automatic cell segmentation in microscopic color images using ellipse fitting and watershed. IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering, p. 69 – 74, 2010.

SATZODA, R. K.; SUCHITRA, S.; SRIKANTHAN, T. Parallelizing the Hough Transform Computation. IEEE Signal Processing Letters, v. 15, p. 297 – 300, 2008.

VII. COPYRIGHT

The authors are solely responsible for the material included in the article.

ANÁLISE AMBIENTAL EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA LOCALIZADA EM UM NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

DANILO DUARTE COSTA E SILVA¹; CARLA L. DE . F. C. SILVA²;
1 – UFCG; 2 – UFRN 2
daniloduarte777@yahoo.com.br

Resumo - Analisar a deterioração ambiental em áreas em processo de desertificação é uma etapa fundamental para se buscar a introdução de medidas mitigadoras com vias à recuperação ambiental dessas unidades. Com objetivo de avaliar a deterioração ambiental na microbacia do Riacho Baraúnas, localizada em uma área susceptível à desertificação no Seridó Potiguar, foi aplicada a matriz de Leopold adaptada pelo Rocha (1997). Os índices calculados para deterioração social, econômica, tecnológica, socioeconômica e ambiental foram de 27,27%; 86,49%; 70,59%; 39,86% e 45,0%, respectivamente. A microbacia do Riacho Baraúnas se encontra em elevado processo de deterioração, com destaque para a deterioração ambiental de 45% que tem refletido as pressões antrópicas sobre o meio ambiente em processo de desertificação.

Palavras-chave: Deterioração Socioeconômica. Impacto Ambiental. Semiárido. Desertificação.

I. INTRODUÇÃO

Em todos os continentes e em mais de cem países em todo o mundo a deterioração do solo em áreas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e de atividades humanas, fenômeno este conhecido como desertificação (MMA, 199-), tem sido considerado como um problema de dimensões imensuráveis. Nos Estados Unidos e em muitos países da Europa tem havido um grande número de iniciativas em pesquisa e importantes investimentos em recuperação de áreas em processo de desertificação (MATELLO JUNIOR, 2001:77). Em termos de Brasil, nas últimas décadas, estudos tem sido elaborados com vias ao entendimento deste fenômeno no país (AB'SABER, 1979; VASCONSELOS SOBRINHO, 2002; NIMER, 1988; MATALLO JUNIOR, 2001). Dentre os estados analisados, um dos destaques tem sido o Rio Grande do Norte com um percentual de 97,6% do território de área susceptível à desertificação, atingindo 95,6% da população (Brasil, 2005), com ênfase para a região do Seridó, parte integrante de um núcleo de desertificação, que juntamente com outros três (Gilbués/PI, Irauçuba/CE e Cabrobó/PE), fazem parte dos quatro únicos Núcleos de desertificação do país, definidos pelo Vasconcelos Sobrinho (2002:65) como uma área de amplitude variável onde aparecem manchas

aproximadamente circulares na qual a fisionomia desértica se apresenta mais caracterizada.

De acordo com Costa *et. al.* (2009) a ação do homem, pretérita e atual, tem sido a causa potencial do processo de desertificação do Seridó do Rio Grande do Norte e, dentre os tipos de pressões antrópicas que podem causar a desertificação, Lima & Lima (2009) e Morais *et. al.* (2010) destacam o setor mineral como o principal responsável apresentando tanto o setor cerâmico, como a práticas de garimpo (que vem se expandido nos últimos anos), como responsáveis diretos por este processo. Morais *et. al.* (2010) afirma que nos últimas décadas do século XX, esta região passou por um processo de reestruturação sócio espacial, redefinindo seu perfil populacional e econômico, que se apresenta hoje (além do setor mineral) como predominantemente urbano/terciário. Neste contexto, estabeleceu-se a coexistência entre antigas e novas economias, destacando-se a produção ceramista que obteve significativo crescimento, apesar de ser extremamente danosa ao meio ambiente. Além disso, as cidades se expandiram e se multiplicaram, estradas foram construídas e muitas alterações foram impressas ao espaço. Neste processo, elevaram-se as demandas em relação aos recursos naturais, mas também foram ampliadas as possibilidades de intervenção do homem no espaço empregando-se tecnologias. Todavia, já são notáveis os sinais de descompasso entre os recursos naturais disponíveis e o atendimento às demandas sociais (MORAIS *et. al.*, 2010). Entender como está se configurando o impacto ambiental causado por este descompasso nesta região hoje é uma tarefa, mais do que necessária, para se buscar meios para solucionar o problema.

Como alternativa para entender como está se processando este impacto, dentre os prováveis métodos que possam ser utilizados, as matrizes tem se destacado uma vez que, além de ser a metodologia de análise de impacto mais conhecida, também estão entre os métodos mais práticos de aplicação (CANTER, 1998). Canter (1998:75) apresenta a Matriz de Leopold, elaborada na década de 1970 por Luna Leopold (e equipe), como um dos principais tipos de matriz voltada para a análise de impacto ambiental.

No Brasil em anos recentes Rocha (1997) desenvolveu uma adaptação da matriz de Leopold com o intuito tanto de

analisar os aspectos socioeconômicos (com 88 indicadores e pesos de 1 a 12), quanto da análise dos aspectos relacionados à poluição direta do meio ambiente (com 21 indicadores e pesos de 1 a 2). Em ambas as matrizes, posterior à introdução dos pesos, é aplicada a equação da reta (transformando os resultados em dados quantitativos) (TORRES *et. al.*, 2009: 60). Embora este tipo de matriz modificada tenha sido aplicado para analisar diversas bacias hidrográficas ao redor do Brasil (TORRES *et. al.*, 2007; TORRES *et. al.*, 2008; TORRES *et. al.*, 2009; FRANCO *et. al.*, 2005; PEREIRA & BARBOSA, 2009) sua aplicação em Núcleos de desertificação ainda é precária.

O presente artigo apresenta a análise da deterioração de uma microbacia hidrográfica localizada no Núcleo de Desertificação do Seridó Potiguar (zona rural de Currais Novos – RN – Brasil), a partir de dois tipos de matrizes desenvolvidas pelo Rocha (1997) denominadas de diagnóstico socioeconômico e diagnóstico ambiental.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A micro-bacia hidrográfica do Riacho do Baraúnas faz parte da bacia hidrográfica Piranhas-Açu, se localiza na zona rural do município de Currais Novos (RN – Brasil) e faz parte do Núcleo de desertificação do Seridó (Figura 1) apresentando as coordenadas geográficas, 6°15'21.09"S e 36°21'21.51"O.

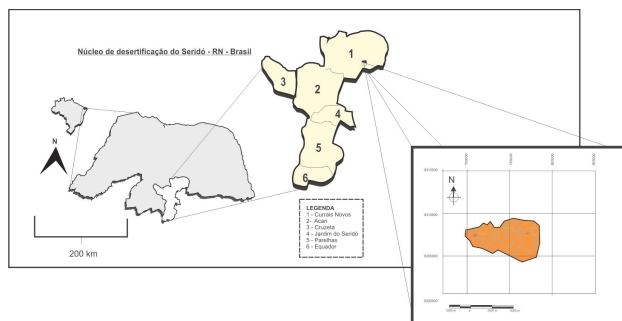


Figura 1 - Localização da microbacia do Riacho do Baraúnas em relação ao Núcleo de desertificação do Seridó - Currais Novos – RN – Brasil (Fonte: Elaboração do autor, com base nas cartas planialtimétricas da Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte)

A Microbacia do Riacho do Baraúnas possui uma área de aproximadamente 30 Km² (Figura 2) e é composta por diversas propriedades rurais.

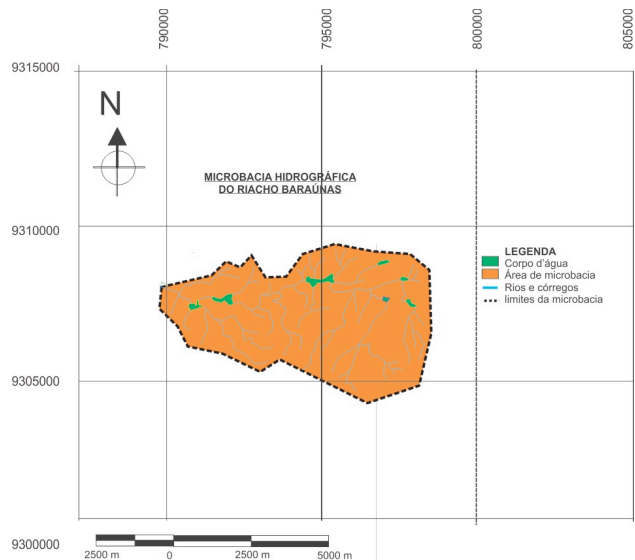


Figura 2 - Microbacia do Riacho Baraúnas (Fonte: Elaboração do autor, com base nas cartas planialtimétricas da Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte)

2.1 Aplicação de Diagnósticos

O diagnóstico socioeconômico (ROCHA, 1997) tem como enfoque o produtor rural e consiste na análise da situação social, econômica, tecnológica e socioeconômica da população do meio rural (produtor e núcleo familiar), no sentido de se avaliar no compartimento (microbacia), a deterioração socioeconômica das famílias locais. Para tanto, a metodologia consiste em inicialmente levantar, através da aplicação de questionários (com 88 indicadores), informações gerais, (econômicas e sociais), até outras técnico-socioeconômicas, objetivando a caracterização da localidade, segundo seus sistemas de produção, uso do solo e nível de capitalização.

Posteriormente (a partir de adaptação da matriz de Leopold) são atribuídos pesos às respostas do questionário (de 1 até 12), sendo quanto maior o peso atribuído, maior a deterioração e, por último, é feita a aplicação da equação da reta.

O segundo diagnóstico a ser aplicado, denominado de diagnóstico ambiental (ROCHA, 1997) consiste em levantar e analisar os diversos elementos de poluição direta das microbacias objetivando verificar o grau de deterioração da unidade (microbacia). De forma similar ao diagnóstico socioeconômico a primeira etapa consiste na aplicação de questionário (todavia com apenas 21 indicadores) e posteriormente a partir do estudo da matriz adaptada de Leopold, a atribuição de pesos (1 ou 2), tendo como base o cruzamento das atividades ao fator ambiental e, por último, a aplicação da equação da reta. A determinação da deterioração ambiental e socioeconômica se dá a partir da aplicação da equação da reta (aos questionários socioeconômico e ambiental).

2.2 Determinação da Deterioração Socioeconômica e Ambiental

Para a tabulação dos dados atribuíram-se códigos para cada item do questionário, pois quanto maior for o número, maior a deterioração do fator. Para se determinar os percentuais de deterioração (y), usou-se a equação da reta (1):

$$y = ax + b \quad (1)$$

Onde: y varia de 0 a 100 (zero a 100% da deterioração). Os valores mínimos x e os máximos x' definem os valores do modelo a e b, respectivamente:

- y = unidade crítica de deterioração (%);
- x = valor modal encontrado;
- a e b = coeficiente da equação da reta.

Os resultados obtidos dos cruzamentos das ações propostas com os fatores ambientais geram valores para y que variam de 0 a 100 (zero a 100% de deterioração).

Para efeito de interpretação dos valores encontrados Rocha e Kurtz (2007) apresentam um valor de até dez por cento (10%) de deterioração como aceitável. Ou seja, acima de dez por cento são necessárias medidas mitigadoras e abaixo não há tal necessidade.

2.3 Amostra Estatística para Aplicação do Diagnóstico

Rocha (1997) sugere que para aplicação da metodologia se estabeleça uma amostra de propriedades rurais a serem visitadas. Para tanto o autor apresenta a fórmula 2 (a seguir) voltada para a definição do número de propriedades a serem visitadas:

$$n = \frac{3,841 \times N \times 0,25}{[(0,1)^2 \times (N-1) + 3,841 \times 0,25]} \quad (2)$$

Sendo:

- n = número de visitas a serem feitas pelos pesquisadores;
- 3,841 = valor tabelado proveniente do qui-quadrado;
- 0,25 = variância máxima para um desvio padrão 0,5;
- 0,1 = erro (10%) escolhido pelo pesquisador;
- N = número total de residências no compartimento avaliado.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Definição da amostra para aplicação de questionário por microbacia

Com base na fórmula 2 foram selecionadas 10 propriedades rurais para serem aplicados os questionários.

| Diagnóstico | Deterioração socioeconômica e ambiental do Riacho do Baraúnas | | | | |
|----------------|---|--------|------|---------------------------|------------------|
| | Mínima | Máxima | Moda | Equação da reta | Deterioração (%) |
| Social | 46 | 266 | 106 | $Y = 0,455 * x - 20,909$ | 27,27% |
| Econômico | 17 | 54 | 49 | $Y = 2,703 * x - 45,946$ | 86,49% |
| Tecnológico | 17 | 51 | 41 | $Y = 2,941 * x - 50,000$ | 70,59% |
| Socioeconômico | 80 | 371 | 196 | $Y = 0,344 * x - 27,490$ | 39,86% |
| Ambiental | 20 | 40 | 29 | $Y = 5,000 * x - 100,000$ | 45,00% |

Em termos sociais o valor de deterioração de 27,27% (Figura 3) foi impulsionado pelos altos índices de natalidade e pela alta média de idade do produtor.

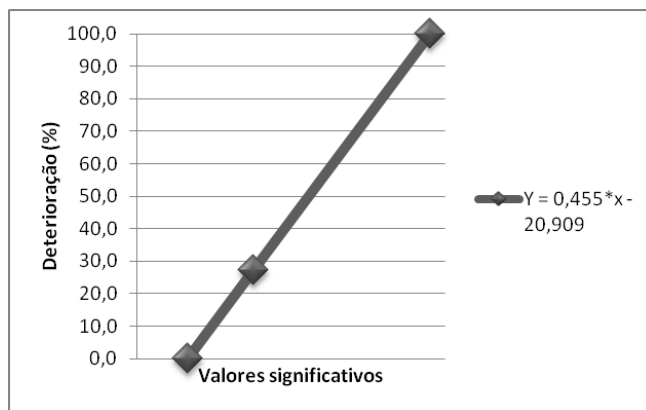


Figura 3 - Resultado da deterioração social

O alto valor de deterioração econômica 86,49% (Figura 4) foi resultado de baixos rendimentos agrícolas, falta de acesso à crédito agrário e à produção de forma geral.

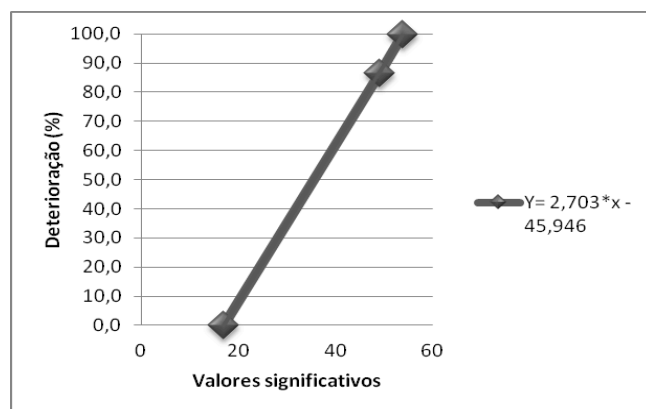


Figura 4 - Resultado da deterioração econômica

Em termos tecnológicos a situação não é diferente do observado em termos econômicos, onde a deterioração de 70,59% é reflexo da ausência de maquinário apropriado, bem como infraestrutura adequada para produção.

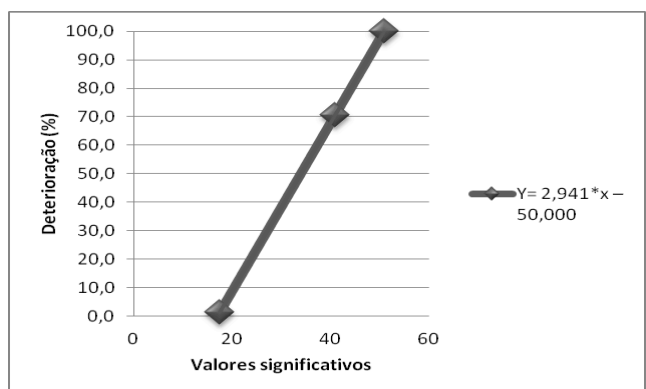


Figura 5 - Resultado da deterioração tecnológica

De maneira geral os valores de deterioração econômica e tecnológica foram os que impulsionaram o valor de deterioração socioeconômica da ordem de 39,8625%, sugerindo a necessidade de alternativas tecnológicas bem como de medidas que possam contribuir com os índices econômicos, principalmente em termos de renda.

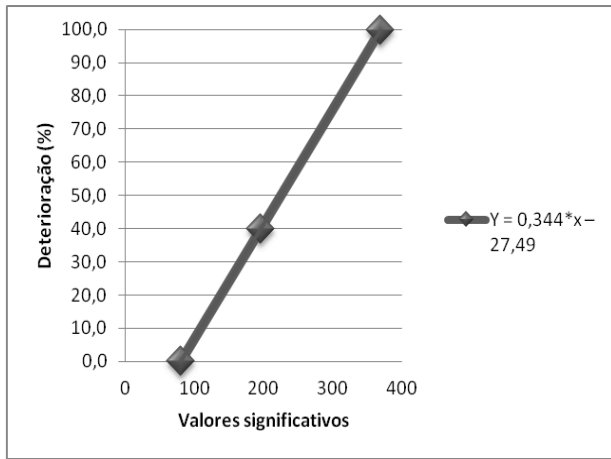


Figura 6 - Deterioração socioeconômica

Em relação à deterioração socioeconômica final o diagnóstico socioeconômico indica uma deterioração da microbacia de aproximadamente quarenta por cento (39,86%), valor muito acima dos dez por cento (10%) que é o valor recomendado pelo Rocha (1997) como parâmetro.

Em relação à deterioração ambiental a aplicação de agrotóxicos, erosões, pocilgas, aviários, somado ao fato da existência do setor mineral (inclusive com garimpos clandestinos na região, conforme Figura 9) e queimadas (com vias ao abastecimento do setor ceramista, conforme Figura 8) contribuíram para considerável valor encontrado de deterioração ambiental de quarenta e cinco por cento (Figura 7). Nestes termos, percebe-se que o alto valor da deterioração ambiental, pode ser um fator diretamente ligado ao fato da microbacia analisada, está localizada em um núcleo de desertificação.

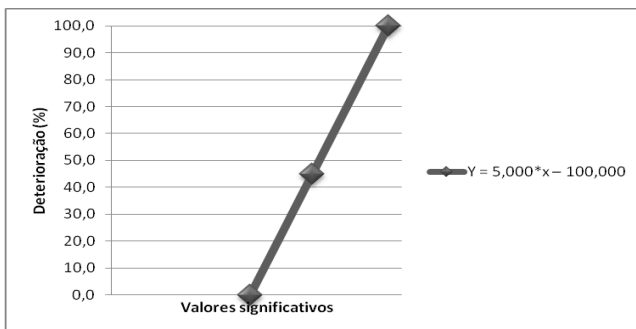


Figura 7 - Resultado da deterioração ambiental



Figura 8 – Queimadas em propriedade rural da região (Foto do autor, coordenadas 06°15'09.3" / 036° 22' 36.7")



Figura 9 – Meio ambiente pós-desativação do garimpo e local de escavação (Foto do autor, coordenadas 06°16'44.1" / 036°21'12.4")

IV. CONCLUSÕES

A microbacia analisada apresentou uma alta deterioração socioeconômica em uma região ameaça pela desertificação, fato este principalmente devido aos fatores tecnológicos e econômicos, refletindo então uma realidade onde a busca por melhores condições econômicas pode culminar em maiores pressões sobre o meio ambiente.

A deterioração ambiental, por sua vez, superou o valor encontrado no diagnóstico socioeconômico e também se apresentou bem acima do encontrado em outros estudos no semiárido. Uma vez que a região onde a microbacia se encontra é um núcleo de desertificação, o valor encontrado para o diagnóstico ambiental se apresenta ainda mais preocupante, refletindo ações antrópicas (garimpos, queimadas, agrotóxicos) desenvolvidas na região e que em um futuro próximo, caso não sejam tomadas medidas mitigadoras, podem culminar em um aumento significativo do fenômeno da desertificação do Núcleo.

Observando então os dois valores finais (ambiental e socioeconômico) fica evidente que a deterioração ambiental predomina sobre a deterioração socioeconômica, fato este que fornece o subsídio necessário para, a partir de tal, direcionar a prioridade na implementação das medidas mitigadoras.

V. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A.N. Nordeste Seco: uma bibliografia seletiva. São Paulo: Universidade de São Paulo; Instituto de Geografia. Biblio-Geo 3, 1979.
- BRASIL. Vera Lúcia Lopes de Castro. Ministério do Meio Ambiente Fundo Nacional do Meio Ambiente (Org.). Panorama da desertificação no estado do Rio Grande do Norte: Natal: 2005. 78 p. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/monografia_mma_-_panorama_da_desertificacao_no_rio_grande_do_norte.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2012
- CANTER, L. W. Manual de Evaluacion de Impacto Ambiental. Madri: Mc-Graw-Hill/ Interamericana de Espana, 1998.
- COSTA, Thomaz C. e C. da et. al. Análise da deterioração da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2009, vol.13, suppl.,

pp. 961-974. ISSN 1807-1929.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700020>.
FRANCO, Euler Soares et. al.. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia no município de Boqueirão – PB. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, p.100-114, 01 jan. 2005.
LIMA, Raquel Franco de Souza; LIMA, Elisângela Maria de. Atividades de Base Mineral no Seridó Norte-rio-grandense: aspectos de saúde e meio ambiente. In: FREIRE, Eliza Maria Xavier de. Recursos Naturais das Caatingas: uma visão multidisciplinar. Natal: Editora da UFRN, 2009. p. 151-172
MATALLO JUNIOR, Heitor. Indicadores de Desertificação : histórico e perspectivas. – Brasília : UNESCO, 2001. 80p.
MMA. Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. Brasília, [199-].
MORAIS, Ione Rodrigues Diniz, et. al. A desertificação no Seridó potiguar. IN: Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar: recortes no Brasil, em Portugal e na África / Emília Moreira, Ivan Targino (Organizadores). João Pessoa: Editora Universitária da UFPB; Ministério do Meio Ambiente. 2010. p. 65 a 84.
NIMER, E. “Desertificação: realidade ou mito?”. In: Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 50(1), 1988
PEREIRA, R. A. E BARBOSA, M. F. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia hidrográfica no semi-árido paraibano. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 137-153, jan/abr 2009.
ROCHA, J. S. M. da. Manual de projetos ambientais, Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.
ROCHA, J. S. M. & Kurtz, S. M. J. M. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas, Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2007.
TORRES, J. L. R. et al. Avaliação da deterioração socioeconômica e ambiental da microbacia do córrego Saudade, afluente do rio Uberaba. Rev. Bras. de Agroecologia. 4(3): 57-66 , 2009.
TORRES, José Luiz Rodrigues et. al. . Diagnostico socioeconômico, ambiental e avaliação das características morfológicas da microbacia do córrego Alegria em Uberaba - MG. Soc. nat. (Online), Uberlândia, v. 19, n. 2, dez. 2007 . Disponível em<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132007000200006&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 28 mar. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132007000200006>
TORRES, José Luiz Rodrigues et. al. . Diagnostico ambiental e análise morfológica da microbacia do córrego Lanhoso em Uberaba - MG. Caminhos da Geografia Uberlândia, v. 9, n. 25, Mar. 2008 . Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/10391>>. acessos em 28 mar. 2012.
VASCONCELOS SOBRINHO, João de. Desertificação no Nordeste do Brasil. Recife: UFPE, 2002.

VI. COPYRIGHT

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

APLICABILIDADE DE SISTEMAS MRP NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO

GUILHERME BASTOS BALBINOT¹; MARCELO GECHHELE CLETO²; ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS³

1 – PPGECC-UFPR; 2 – PPGEF-UFPR; 3 – PPGEF-UFPR
adrianapl1@gmail.com

Resumo - Apesar de ser considerada uma das principais atividades para o desenvolvimento econômico e social, a indústria da construção civil comporta-se como grande geradora de impactos ambientais. Estes impactos ambientais estão intimamente associados às perdas geradas nos processos executivos das atividades de construção, com grande destaque as perdas ligadas à gestão de materiais na cadeia produtiva desta indústria. O processo de gestão de materiais tem assumido grande relevância em diversas indústrias, inclusive a construção civil, apontando seu caráter estratégico de potencial redutor de custos e propulsor de inovação tecnológica e organizacional das empresas. Neste contexto, este artigo, através de estudo de caso realizado em obra residencial de Curitiba/PR, apresenta a avaliação da gestão de materiais hoje feita na construção civil e de que forma poderiam obter-se contribuições com o uso de sistemas MRP na gestão deste setor estratégico da economia. Como resultados são apontadas as potencialidades de tais sistemas para a construção civil, tendo como referência a gestão de materiais hoje realizada nas obras em território nacional e as características produtivas inerentes desta indústria.

Palavras-chave: Gestão de Materiais. Construção Civil. Sistemas MRP.

I. INTRODUÇÃO

A construção civil encontra-se no seu melhor momento dos últimos 24 anos segundo o Estudo Setorial da Construção de 2012 (DIEESE, 2012), que demonstra os resultados dos investimentos e políticas de incentivos à construção, realizados pelo Governo Federal, como as obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e redução de impostos de 41 insumos, entre eles o cimento e o aço. Também, segundo o estudo, o crescimento da construção civil em 2010 foi de 11,6%, superior ao PIB brasileiro que cresceu 7,5% no mesmo período. Esse conjunto de resultados positivos no mercado da construção decorre de uma intencionalidade presente na estratégia de desenvolvimento nacional. Permanecem, porém, desafios históricos e estruturais desta indústria, destacando-se a informalidade e a rotatividade da mão de obra e o desperdício de recursos.

Apesar de ser considerada uma das maiores atividades para o desenvolvimento econômico e social, esta indústria se comporta como grande geradora de impactos ambientais (POON *et al.*, 2003; ZORDAN, 2005; SHEN *et al.*, 2004),

quer seja pelo consumo de recursos naturais (a cadeia produtiva da construção civil, segundo Schneider e Philippi Jr. (2004), consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta), pela modificação da paisagem ou pela enorme geração de resíduos (SINDUSCON-SP, 2005). Estima-se que os resíduos da construção civil representem de 41 a 70% do total de resíduos sólidos em áreas urbanas (PINTO, 1999).

Esta geração de resíduos esta associada à definição das perdas encontradas na construção civil, tal como definem Meira *et al.* (1998). No setor da construção civil, entende-se como perda a total falta de aproveitamento da potencialidade da construção civil para atingir custos menores e maior satisfação do cliente. Para Santos (1996), essa ineficiência que ocorre no setor se traduz no uso de equipamentos, materiais e mão de obra em quantidades superiores àquelas necessárias a produção da edificação.

Ohno (1997) e Shingo (1996) classificam sete grandes perdas a serem pesquisadas incessantemente na lógica do Sistema Toyota de Produção: perdas por superprodução; perdas por transporte; perdas no processamento em si; perdas por fabricação de produtos defeituosos; perdas no movimento; perdas por espera; perdas por estoque. Bornia (1997) classifica ainda as perdas de matéria-prima, despendidas de maneira anormal ou acima do estritamente necessário à confecção do produto como perdas diretas, além de sugerir, no cálculo das perdas, a junção de perda por espera, no movimento e no processamento, em uma única perda: por produção.

Filho e Lucena (1997), tendo como base esta classificação de perdas, observaram que uma das origens de perdas na construção civil refere-se à área de suprimentos e de gestão de materiais na cadeia produtiva desta indústria. Percebe-se que falhas de programação de compras resultam em problemas de suprimento, e conseqüentemente, incidem na produção, provocando perdas com esperas, substituições, altas taxas de estoque (FILHO E LUCENA, 1997).

Nesse contexto, este artigo busca avaliar a aplicabilidade de sistemas MRP (Materials Requirement Planning) na construção civil, como forma de melhorar o planejamento de utilização de materiais em uma obra. Para este fim é apresentado um estudo de caso, o qual se trata de uma edificação residencial constituída de dois edifícios de

quatro pavimentos. A obra tomada como estudo de caso encontra-se em desenvolvimento na cidade de Curitiba-PR e seu planejamento e controle da produção (PCP) é feito da forma tradicionalmente encontrada na construção civil nacional, sendo a programação de materiais realizada sem a utilização de qualquer plataforma MRP.

A estratégia de pesquisa de campo adotada foi o estudo de caso, pois o objetivo do artigo era demonstrar como a gestão de materiais é comumente realizada na construção civil, e quais aspectos poderiam ser melhor abordados com a utilização de sistemas MRP na gestão de materiais na produção.

Yin (2005) explica que o estudo de caso é útil para ilustrar relações causais em intervenções ou situações da vida real que são consideradas complexas para tratamento por meio de estratégias experimentais ou de levantamento de dados.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS

A competição global associada às rápidas mudanças tecnológicas e a crescente diversidade de produção tem levado as empresas (com destaque as do setor da construção) a buscar a implementação de novas tecnologias, práticas de gerenciamento, procedimentos e modelos de integração que forneçam suporte à tomada de decisão de forma rápida, permitindo desta forma que a empresa obtenha vantagem competitiva diante do mercado (SANTOS *et al.*, 2011).

Considerando a classificação de perdas apresentadas por Ohno (1997), Shingo (1996), Bornia (1997) e outros, fica evidente que a origem de muitas das perdas encontradas na construção civil está associada à área de suprimentos/compras (FILHO e LUCENA, 1997).

A responsabilidade da unidade de compras de materiais, dentro de uma companhia, é de assegurar que os materiais estejam disponíveis a um nível de qualidade apropriado, a tempo e a um preço justo (LUBEN, 1989). Considerando esta afirmativa, Ballou (1993) assume que a boa administração de materiais significa coordenar a movimentação de suprimentos com as exigências da operação, ou seja, o objetivo da administração de materiais deve ser de prover o material certo, no local certo, no momento adequado e em condição de uso à custo mínimo.

Neste contexto os sistemas MRP podem facilitar o trabalho da administração de materiais, facilitando sua gestão uma vez que permitem a formação de preços mais competitivos, níveis de estoques mais baixos, respostas mais rápidas às demandas de produção, maior flexibilidade de mudança do planejado (plano mestre da produção), redução de tempos ociosos da mão de obra e máquinas, visão mais ampla dos gerentes em relação à programação planejada, maior agilidade na tomada de decisões, melhoria do planejamento e controle da capacidade produtiva, entre outros (HEIDRICH, 2005).

Porém, antes de abordar os conceitos ligados aos sistemas MRP, e sua aplicabilidade na indústria da construção civil, é importante analisar se o contexto no qual os sistemas MRP são aplicados.

Em um sistema de manufatura, toda vez que são formulados objetivos, é necessário formular planos de como atingi-lo, organizar recursos humanos e físicos necessários

para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. No âmbito da administração da produção, este processo é realizado pela função de Planejamento e Controle da Produção (PCP), (JÚNIOR, 1996).

O PCP é, segundo Machline *et al.* (1986) *apud* Filho e Lucena (1997), a função administrativa que tem por objetivo fazer os planos que orientarão a produção e servirão de guia para seu controle, sendo que a primeira fase desta função administrativa é a determinação dos tipos e quantidades de produtos que serão fabricados. Chiavenato (1991) constata que, ao programar a produção, o PCP acaba por detalhar também quais materiais serão necessários ao plano de produção da empresa. Zacarelli (1987) *apud* Filho e Lucena (1997) afirmam que uma gestão de materiais, para ser considerada eficiente, deve operar com base em informações sobre as quantidades de matéria-prima que serão necessárias na fábrica (ou frente de atividades, na construção) em cada período e em cada quantidade. Neste cenário se dá a aplicação dos sistemas MRP, voltados ao atendimento da demanda dependente (e conhecida) decorrente de uma demanda independente (advinda do mercado) (PONTES e SEGUNDO, 2010).

Para Martins (1993), o objetivo principal do PCP é comandar o processo produtivo, transformando informações de vários setores em ordens de produção e ordens de compra - para tanto exercendo funções de planejamento e controle - de forma a satisfazer os consumidores com produtos e serviços e os acionistas com lucros.

Dentre as atividades a serem desenvolvidas pelo PCP, no tocante a gestão de materiais, a que pode ser considerada como central é o PMP (Planejamento Mestre da Produção) (MIANA, 2007). O Planejamento Mestre de Produção define a quantidade de cada item final a ser concluída em cada semana do horizonte de planejamento de curto prazo. Itens finais são produtos acabados, ou peças que são embarcadas como itens finais (FRAZIER, 2005).

Com base no PMP e nos registros de controle de estoque (que podem ser obtidos de um sistema WMS – Warehousing Management System) pode-se estabelecer, para o curto prazo, a programação de produção. Esta programação da produção nada mais é do que a definição de quanto e quando comprar, fabricar e montar cada item necessário à composição destes produtos finais (VIEIRA, 2006).

A programação dos materiais, segundo Filho e Lucena (1997), é decorrente da programação da produção, como considerado acima. Os documentos processados nesta etapa são as Ordens de Compra (OC's) e as Requisições de Materiais (RM's).

Estas funções da administração de materiais passaram a ser informatizadas, via softwares, como são os MRP's. A partir do uso destes softwares podem-se criar programas identificando quais componentes específicos de um produto acabado são necessários para produzi-lo, tendo-se o número exato destes e as datas que estes pedidos deveriam ser feitos, recebidos ou completados dentro do ciclo de produção (VIEIRA, 2006).

III. SISTEMAS MRP

Abordadas as questões ligadas à produção, e mais especificadamente a administração de materiais dentro da

produção, serão apresentados em seguida os sistemas MRP e sua operacionalização.

Os sistemas de planejamento e controle da produção (SPCP) são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização de mão de obra e equipamentos, a coordenação das atividades internas com as atividades dos fornecedores e a comunicação com os clientes. Um dos mais importantes SPCP utilizados são os MRP e seu sucessor MRP II (Manufacturing Resource Planning) (CORREA e GIANESI, 1996).

Os sistemas MRP permitem que, com base na decisão de produção dos produtos finais (PCP, PMP, programação da produção, lista de materiais, etc.) sejam determinados quais itens (semi-acabados, componentes e matérias primas) produzir, comprar, bem como quanto e quando (FILHO e FERNANDES, 2006).

Segundo Junior (1996), o MRP é a atividade através da qual é feito o levantamento completo das necessidades de materiais para execução do plano de produção. A partir das necessidades vindas da lista de materiais, das exigências impostas pelo PMP e das informações vindas do controle de estoque (itens em estoque e itens em processo de fabricação), procura determinar quando, quantos e quais materiais devem ser fabricados e comprados. Para Vieira (2006) o MRP é o desmembramento de um produto final em seus componentes, por níveis de importância, formando uma árvore (árvore de produção ou estrutura de produção), que permite determinar a quantidade necessária de cada componente em função da demanda pelo produto final.

O MRP surgiu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, isto é, aquela que decorre da demanda independente. A demanda independente é oriunda das necessidades de mercado e se refere basicamente aos produtos acabados (MARTINS e LAUGENI, 2006).

O MRP II é uma evolução do MRP, uma vez que passa a levar em conta também as decisões de capacidade de produção. O MRP II utiliza uma lógica estruturada de planejamento que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção viável em termos de disponibilidade de materiais e capacidade produtiva (FILHO e FERNANDES, 2006). A concepção dos sistemas MRP II envolve a introdução dos conceitos de restrições de capacidade na programação, implicando em uma necessidade de modelagem mais detalhada do processo de produção (LAURINDO e MESQUITA, 2000).

A utilização dos sistemas MRP está associada a definição de alguns parâmetros e utilização de algumas ferramentas que permitem realizar a gestão mais adequada dos materiais, dentre as quais se tem: curva/ciclo ABC, previsão da demanda, LEP (lote econômico de produção), definição de estoques de segurança, árvore de produção do elemento, etc. Trabalhos de Pontes e Segundo (2010), Miana (2007), Laurindo e Mesquita (2000) e Szajubok *et al.* (2006) trazem definições destas etapas envolvidas na aplicação de sistemas MRP.

Alguns benefícios são evidentes quando da utilização de sistemas MRP, tais como: diminuição dos custos de estoque, diminuição de lead times e aumento de nível de serviço ao cliente (FILHO e FERNANDES, 2006). Correa e Gianesi (1996) apontam ainda o melhor atendimento de

prazos e redução de estoques. Heidrich (2005) destaca como benefícios da aplicação de sistemas MRP para gestão de materiais na produção os seguintes pontos: preços mais competitivos, níveis de estoques mais baixos, respostas mais rápida a mudanças na demanda, maior flexibilidade de mudança do plano mestre de produção, redução de tempos e custos de set up, diminuição de tempos ociosos, visão estratégica mais ampla aos gerentes de programação e auxílio no planejamento e visualização da capacidade produtiva.

IV. GESTÃO DE MATERIAIS E A CONSTRUÇÃO CIVIL

Durante muito tempo a área técnico-estrutural foi colocada em primeiro plano na construção civil pela sua real importância, e à área de suprimentos não foi dada muita atenção, apesar de os materiais representarem um elevado percentual nos custos de construção (cerca de 60-70% do orçamento total de uma obra) (SZAJUBOK *et al.*, 2006).

Como anteriormente apresentado, um sistema de gerência dos materiais inclui as funções principais de identificar, adquirir, distribuir e dispor dos materiais necessitados em um projeto de construção, tendo como objetivo principal assegurar que os materiais de qualidade estejam disponíveis onde forem solicitados, na quantidade requerida e a preços adequados (SZAJUBOK *et al.*, 2006).

Vrijhoef e Koskela (2000) *apud* Szajubok *et al.* (2006) caracterizam a cadeia de suprimentos na construção civil da seguinte forma:

- É uma cadeia convergente, onde os materiais estão direcionados para o canteiro de obras (local de produção do produto final);
- É, geralmente, uma cadeia temporária, uma vez que leva a produção de itens únicos;
- É uma típica cadeia de suprimentos make-to-order, onde frequentemente há poucas repetições.

Para o caso da construção civil, sabe-se que a manufatura não apresenta, frequentemente, padrões contínuos e repetitivos de produção, ou seja, cada projeto de produto (edificação) apresenta especificidades próprias. Esta característica acaba por tornar a maneira de programar o fluxo de itens na cadeia produtiva bem mais complexa (VIEIRA, 2006). Este aspecto justifica a utilização de sistemas MRP para gestão de materiais na construção civil, conforme afirmam Pontes e Segundo (2010). Porém Vieira (2006) afirma que a utilização de sistemas MRP na construção civil seria mais compatível com obras de construtoras que apresentem certo grau de padronização, como são as habitações populares, industriais, armazéns e galpões, dentre outros.

A dificuldade de gerenciar a cadeia de suprimentos na construção civil pode ser atribuída ao problema de combinação (matching) encontrado nesta indústria: boa parte dos materiais necessários no canteiro devem ser entregues combinando tempo com local preciso de aplicação na obra. No entanto, construtores tendencialmente procuram ter os materiais no seu canteiro o mais cedo possível, não fornecendo a devida instalação e condição planejada para estes estoques (TOMMELEIN, 1998).

Na construção civil verifica-se que o estoque de maior importância é o estoque de proteção, cujo objetivo é

compensar as incertezas entre fornecimento e demanda das frentes de serviço, pois existe um tempo entre o pedido ser feito e o produto chegar à obra, e neste intervalo é necessário ter a matéria-prima para não haver interrupção no processo produtivo. Apesar desta característica, não se verifica na construção civil o comportamento de se manter estoques por longo prazo, uma vez que esta apóia-se no caráter de produção “puxada”, aonde os insumos chegam à obra conforme a etapa a ser executada (SZAJUBOK *et al.*, 2006).

Os insumos da construção civil possuem uma demanda dependente do planejamento realizado previamente. Ainda segundo Leite e Possamai (2001), o planejamento da programação de obras em engenharia implica, num primeiro momento, em uma definição das atividades a serem realizadas (quais são, qual a duração e qual o sequenciamento entre estas), dos recursos necessários, dos custos estimados, dos prazos e de outros tantos elementos importantes para execução e acompanhamento da produção.

Desta programação das atividades saem as tarefas a serem executadas e conseqüentemente quais os insumos para a realização de cada uma destas, ou seja, quais materiais deverão ser empregados para sua realização e, segundo Szajubok *et al.* (2006), na construção civil existe uma grande variedade de itens (materiais/componentes) a serem considerados. Analisar em profundidade milhares de itens num estoque é uma tarefa extremamente difícil e gerenciá-los pode ser dispendioso, principalmente se a tarefa for executada sem auxílio computacional. Uma forma encontrada e aplicada, frequentemente, na construção civil é a técnica de análise ABC, onde se agrupam os itens de um estoque em três grupos de acordo com seu peso financeiro no orçamento da obra e estabelecendo assim uma ordem de prioridade. Apesar de ser uma técnica difundida e bastante aplicada ela ainda apresenta limitações, uma vez que não considera a importância do item para o processo produtivo em outra ótica a não ser a financeira.

Dentro deste cenário a utilização do MRP na construção civil pode contribuir para fornecer os quantitativos de materiais e componentes empregados na construção de forma precisa, possibilitando a “explosão” do produto e melhor gestão de materiais (VIEIRA, 2006).

Por outro lado os sistemas MRP só funcionam bem se houver uma previsão confiável da demanda final de produto acabado, o que em muitas indústrias acaba não ocorrendo (levando a um nervosismo do sistema). Na construção tal não ocorre, uma vez que a demanda é conhecida (a edificação é uma só) e o projeto não poderá mudar depois de aprovado. Esta característica garante que o uso de sistemas MRP aplicados em gestão de projetos da construção civil seja extremamente justificável (VIEIRA, 2006).

V. SISTEMAS DE GESTÃO E A CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil, apesar de por muito tempo ter sido considerada uma indústria atrasada, quando comparada a outros ramos industriais na utilização de tecnologias de informação (PONTES e SEGUNDO, 2010), vem buscando a melhoria de seus processos, principalmente devido à necessidade de expansão de negócios e aumento da competitividade no mercado (CARVALHO, 2006).

Como se sabe, e anteriormente já abordado por vários autores (LAURINDO e MESQUITA, 2000; SANTOS *et al.*, 2011; PONTES e SEGUNDO, 2010), os sistemas MRP evoluíram com o decorrer do tempo para os sistemas MRP II, e estes por sua vez acabaram por constituir um dos módulos dos chamados sistemas ERP (Enterprise Resources Planning), os quais agregam além da função gerencial do planejamento de recursos, os módulos contábil, financeiro, comercial, recursos humanos, etc. (LAURINDO e MESQUITA, 2000). Esta união de vários departamentos e setores de uma empresa, utilizando o mesmo sistema de informação para os processos da companhia, transforma o ERP em um verdadeiro sistema de gestão integrado (SANTOS *et al.*, 2011). Os ERP's surgem com o objetivo de suportar todas as necessidades de informação para tomada de decisão em uma companhia, e representam uma evolução natural dos sistemas MRP e MRP II, agregados de sistemas de outros processos da companhia, nem sempre diretamente ligados à produção (SANTOS *et al.*, 2011).

Logo, o que se observa, e é discutido por Carvalho (2006) e Santos *et al.* (2011) em seus artigos, é que na construção civil a aplicação dos sistemas MRP se dá através da utilização (cada vez maior) dos sistemas ERP. Não é comum, na construção civil, a utilização apenas dos módulos de gestão de materiais e recursos, mas sim dos demais processos desenvolvidos na construtora ou incorporadora (isto quando algum sistema é utilizado).

Estes sistemas integrados de gestão agregam, portanto, à suas atribuições, módulos destinados à gestão de aquisição de materiais (vinculados principalmente ao departamento de suprimentos e produção) que, em última instância, constituem-se dos sistemas MRP como apresentados neste artigo.

Soares *et al.* (2007) apresenta em seu trabalho dados de como a utilização de sistemas ERP tem crescido entre as empresas brasileiras, sendo um dos softwares mais demandados no mercado nacional. Na Figura 1, Soares *et al.* (2007) mostra como a utilização de sistemas ERP, das principais empresas fornecedoras no mercado nacional, cresceu entre 2002 e 2003, verificando que a grande maioria teve um aumento no número de usuários de um ano para outro.

Tabela 1- Evolução na aplicação de software ERP no Brasil entre 2002 e 2003.

| Fornecedor | 2002 | Participação | 2003 | Participação | Crescimento |
|-------------|---------|--------------|---------|--------------|-------------|
| SAP | 59.728 | 37,7% | 63.416 | 36,3% | 6,2% |
| Datasul | 15.450 | 9,8% | 20.042 | 11,5% | 29,7% |
| Microsiga | 15.313 | 9,7% | 19.327 | 11,1% | 26,2% |
| RM Sistemas | 15.470 | 9,8% | 17.106 | 9,8% | 10,6% |
| Peoplesoft | 12.700 | 8,0% | 13.700 | 7,8% | 7,9% |
| Logocenter | 9.987 | 6,3% | 9.645 | 5,5% | -3,4% |
| Oracle | 8.584 | 5,4% | 8.822 | 5,0% | 2,8% |
| SSA Global | 7.281 | 4,6% | 7.695 | 4,4% | 5,7% |
| Senior | 5.511 | 3,5% | 7.623 | 4,4% | 38,3% |
| IFS | 2.330 | 1,5% | 2.776 | 1,6% | 19,1% |
| Outros | 6.047 | 3,8% | 4.707 | 2,7% | -22,2% |
| Total | 158.401 | 100,0% | 174.859 | 100,0% | 100,0% |

Fonte: Rossi (2004) *apud* Soares *et al.* (2007)

Segundo dados do IDC (2010), em 2009 o crescimento das vendas desse tipo de solução (ERP) tiveram um acréscimo de 17% no Brasil, somando receita de 2,5 bilhões de reais, sendo que no primeiro semestre as vendas corresponderam a R\$ 1,1 bilhão. O mesmo estudo indica um possível crescimento de 8,39% ao ano nas vendas das plataformas ERP no país até 2013 (IDC, 2010).

Ao debaterem as características dos sistemas ERP na construção civil, sua implementação e dificuldades encontradas, Carvalho (2006) e Soares *et al* (2007), apresentam nomes de sistemas ERP que mais têm se destacado no mercado da construção civil nacional, sem porém abordar características específicas ligadas ao módulo de gestão de materiais (a ser analisado no estudo de caso deste artigo). Alguns sistemas de gestão integrada em destaque no setor da construção civil são: SAP/R3 (SAP), VERSATO (PINI Sistemas), PROTHEUS (Microsig), Gestão DataSul (DataSul), Corpore RM (RM Totvos), etc. Todos estes apresentam módulos destinados à gestão de materiais, sendo este módulo um componente padrão do sistema ERP, ocorrendo em alguns casos a necessidade de alguma personalização por parte da construtora conforme alguma especificação de relatórios de seus procedimentos específicos, sejam estes ligados à gestão de material ou outro processo da empresa (CARVALHO, 2006).

VI. ESTUDO DE CASO

A unidade de análise estudada foi uma edificação ainda em construção, localizada na cidade de Curitiba. Foram realizadas várias visitas à obra no ano de 2013, de forma a verificar as características na gestão de materiais encontradas na referida obra. A escolha desta obra deve-se ao fato da construtora ser uma grande empresa no setor de habitações populares e possuir como característica a utilização de sistemas integrados para a gestão e acompanhamento da produção de suas obras em 17 estados do Brasil. A obra visitada trata-se de uma edificação residencial, construída em alvenaria estrutural de blocos de concreto assentados com argamassa industrializada ensacada. A obra é constituída de dois blocos de edifícios com quatro pavimentos cada, totalizando uma área construída de 4.072,88 m². No pico máximo de produção a obra contou com 64 funcionários, dentre as várias especialidades de produção, trabalhando simultaneamente em atividades ligadas a execução do empreendimento.

O planejamento da obra é realizado através de estabelecimento de cronograma executivo com a definição das etapas das obras, sequenciamento de atividades, datas de início e duração das mesmas. Este planejamento é apresentado na forma de cronograma de barras (Gráfico de Gantt, através do MS Project ou MS Excel). Não há nenhuma vinculação entre estas etapas executivas e o planejamento de compras (gestão de materiais) na obra, apesar da empresa utilizar um sistema ERP (Enterprise Resource Planning) para gestão empresarial e interligação dos setores da companhia (no caso específico o sistema Corpore RM, da empresa RM Totvos), identificada assim uma limitação de utilização de toda a potencialidade do ERP.

O controle de estoque da referida obra é feita através de registro de entrada de materiais (tipo e quantidade) quando da entrega do fornecedor e as baixas são executadas através de controle manual de registro diário de saída de componentes (planilha do MS Excel) e atualização de baixa de estoque no sistema (uma vez pela semana). Um fator de destaque na referida obra, e característica presente na empresa como um todo, é o fato de todos os itens a serem solicitados para as execuções dos serviços estarem cadastrados neste mesmo sistema. Este fato deve-se a uma

aproximação de padronização, conforme descreve Vieira (2006), dos empreendimentos desta construtora. Esta peculiaridade permite uma programação bastante aproximada dos itens ou conjunto de itens necessários para completa realização dos trabalhos, o que serviria para alimentar um sistema MRP (VIEIRA, 2006).

O planejamento de compras, obviamente, é vinculado ao sequenciamento de atividades da obra. Porém a entrega de materiais na obra, e sua disposição nas frentes de serviço, ainda são realizadas através da experiência do engenheiro e de sua programação particular (baseada no cronograma estabelecido inicialmente). O sistema disponível na companhia apenas serve para realizar os pedidos emitindo as OC's para o setor de compras, que se encarrega de enviar os pedidos aos fornecedores. Os tempos de entrega e processamento de pedidos são bem conhecidos pela equipe técnica (engenheiro e mestres) e administrativa (almoxarifado), mas a programação (via sistema) não é realizada previamente ao início dos trabalhos. Este aspecto inevitavelmente, segundo a equipe de obra, leva a esquecimentos de itens necessários, pedidos em excessos, estoques excessivos (que diminuem as áreas úteis de movimentação no pátio), consequentes atrasos nos trabalhos e ociosidade da mão de obra.

VII. ANÁLISE E RESULTADOS

Tendo em vista os aspectos ligados à gestão de materiais, evidenciados na obra tomada como estudo de caso, é possível tecer algumas considerações ligadas à gestão de materiais na construção civil e sistemas MRP.

Observa-se ainda uma subutilização pelo setor da construção civil das potencialidades de sistemas gerenciais no planejamento e controle da produção. Neves e Guerrini (2010) afirmam que a construção civil apresenta um formato organizacional semelhante a empresas de outras áreas, mas não está estruturada para uma adequada tomada de decisão gerencial. O trabalho de Santos *et al.* (2011) evidencia que, apesar desta pouca adesão, a tendência tem sido de maior aplicação de sistemas gerenciais na construção civil.

É verificada uma potencialidade muito grande de aplicação dos sistemas MRP na referida obra. Em primeiro lugar é relevante mencionar que a empresa possui um sistema ERP na companhia, o que já facilitaria a adoção de uma de suas ramificações: o MRP.

Nota-se que o sequenciamento da obra estudado é conhecido, uma vez que o planejamento e a programação das atividades são elaborados e controlados. Os materiais a serem utilizados, nas variadas frentes de serviço, já se encontram cadastrados no sistema utilizado pela empresa para gerenciamento de suas obras, o que facilita em muito a sua identificação e cadastramento em um sistema MRP.

Para uma perfeita aplicação dos sistemas MRP alguns passos poderiam ser melhor desenvolvidos na obra visitada: análise ABC dos itens e uma análise de árvore de produção dos serviços a serem realizados. Pontes e Segundo (2010) discutem muito bem a aplicação destas ferramentas como facilitadores para a aplicação de um sistema MRP.

Segundo Tubino (2000), a classificação ABC é um método de diferenciação dos estoques segundo sua maior ou menor abrangência em relação a determinado fator, consistindo em separar os itens por classes de acordo com esta importância relativa. Frequentemente na construção

civil a adoção de Curvas ABC está vinculada ao peso de cada item no orçamento. Aplicado este conceito na obra em questão, a qual dispõe de caderno de orçamentos bem definido, é possível identificar-se os itens de maior peso na gestão de materiais. A adoção da análise ABC em obras de construção civil, tomando outro tipo de referência (por exemplo, a demanda do item na produção) não necessariamente levaria a resultados melhores do que uma análise financeira, uma vez que na construção civil a demanda pelo material é muito bem conhecida e pouco provavelmente irá sofrer alterações decorrentes do mercado (VIEIRA, 2006).

Uma análise ABC baseada em custos, na referida obra, nos levaria a verificar que o serviço de maior incidência é a alvenaria estrutural, uma vez que esta representa toda a estrutura portante da edificação.

Seguido da análise ABC, a Árvore de Produção também seria uma excelente ferramenta a ser aplicada para garantir uma adequada implantação de gestão de materiais com sistemas MRP. A árvore de produção nada mais é do que uma forma de verificar a proporção de utilização de matérias-primas (itens “filhos”) no produto final (itens “pai”) (PONTES e SEGUNDO, 2010). Nada mais é do que proceder a “explosão” do produto final em todos os seus constituintes (VIEIRA, 2006).

A explosão do item alvenaria estrutural iria resultar em uma árvore de produção para este serviço conforme a evidenciada na Figura 1.

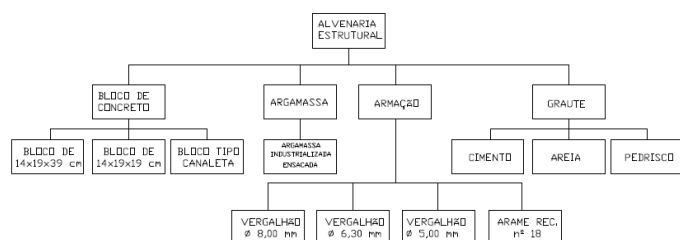


Figura 1 – Exemplo de Árvore do Produto Alvenaria Estrutural
Fonte: Os autores

A adoção de simples ferramentas tendem a facilitar a implementação do sistema MRP pelo motivo de que deste modo se dá foco no planejamento de pedido e entrega dos materiais mais relevantes e não se esquece de incluir nenhum dos componentes do serviço final nesta programação.

A utilização de um sistema MRP, na obra em questão e na construção civil, poderia ter seu funcionamento conforme o fluxograma de gestão de materiais (Figura 2).

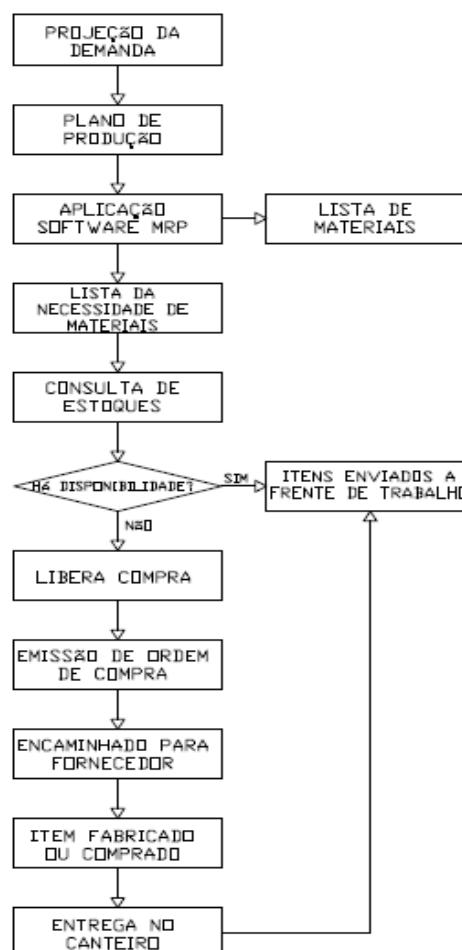


Figura 2 – Fluxograma de gestão de materiais.
Fonte: Adaptado de Vieira (2006)

Conforme visto, e apresentado por Vieira (2006) e outros, a demanda na construção civil é conhecida. Dispondo-se dos memoriais executivos e do orçamento da obra é possível estabelecer as quantidades necessárias de cada material a ser utilizado na edificação.

O plano de produção, no caso específico da construção civil, trata-se do planejamento da obra. Estabelecida as etapas da obra é possível estabelecer o sequenciamento entre as atividades, verificando-se assim as datas previstas para a realização de cada uma das tarefas para finalização do empreendimento.

Estas informações, quando incluídas no sistema MRP, permitem que o próprio software, com base na etapa a ser executada, gere uma lista dos materiais necessários para a sua execução. A lista gerada será então encaminhada para verificação de estoque. Esta tarefa hoje é comumente executada pelo almoxarife da obra e de forma extremamente manual. Poderia, portanto, ser otimizada através da utilização de um software WMS, que poderia agilizar ainda mais o processamento de dados.

Com base na consulta de estoque irá se determinar a necessidade ou não de aquisição de novo componente, em caso de disponibilidade o item é então encaminhado a frente de serviço e dado sua baixa no estoque.

Todos estes processos poderiam ser totalmente automatizados com a utilização do software MRP, que necessitaria apenas dos dados de entrada (sequenciamento da obra e materiais a serem utilizados). Estes dados

poderiam ser mais facilmente introduzidos caso a construtora trabalhe em suas obras com um maior grau de padronização, tanto da finalidade de edificação quanto de materiais a serem utilizados (VIEIRA, 2006).

VIII. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um subsistema MRP, dentro de um sistema ERP já existente dentro da empresa de construção civil estudada, permite inferir que a implementação prática da técnica do MRP torna-se possível dentro do contexto da construção civil.

Através do estudo de caso fica evidente que esta indústria apresenta características inerentes a ela que permitem que a aplicação de tal sistema seja até mesmo facilitada, por exemplo, quando pensamos em alterações na demanda. Como a construção civil não tende a ter alterações nos materiais que serão empregados, após o início da produção, o sistema tende a não ficar “nervoso”.

Ainda com base no estudo de caso realizado é possível constatar a grande potencialidade da utilização de sistemas de informação gerencial nesta indústria, tais como WMS para gestão dos materiais em estoque, os sistemas MRP para a conexão entre o planejamento executivo da obra e a programação de compras, etc.

Observando os aspectos ligados ao gerenciamento de compras na construção civil observa-se que as similaridades com outras indústrias são facilmente identificáveis (PCP, PMP, etc.), mas um aspecto parece ser destacado na construção civil: a grande quantidade de materiais/componentes a serem gerenciados. Apesar de esta característica representar uma complexidade no processo, ele mesmo justifica a aplicação de sistemas MRP na gestão de materiais na construção. A utilização destes tipos de sistemas podem trazer benefícios consideráveis à construção civil e ao planejamento e controle de obras, tais como:

- Níveis de estoque mais baixos;
- Melhor aproveitamento dos espaços nos canteiros;
- Respostas mais rápidas às demandas internas nas frentes de serviço;
- Maior flexibilidade e agilidade para reprogramação de atividades;
- Diminuição de tempos improdutivos e ociosidade da mão de obra;
- Formação de preços mais competitivos com fornecedores;
- Redução de desperdícios de materiais na obra;
- Produção mais constante;
- Melhora do controle e análise de capacidade produtiva na obra; e
- Consequente redução de custos de produção.

IX. REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. Logística empresarial. São Paulo. Editora Atlas, 1993. 388p.
- BORNIA, A. C. Ingeniería de Costos, Apostila Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1997.
- CARVALHO, K. Gestão. Revista Construção Mercado, 54. Ed. Pini, jan/2006.
- CHIAVENATO, I. Iniciação à administração de materiais. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.
- CORREA, H. L., GIANESI, I. G. N. Just in Time, MRP II e OPT – Um enfoque estratégico. Ed. Atlas, 2ª edição, 1996.
- DIEESE, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Estudo No. 56 – Estudo Setorial da Construção Civil 2011. São Paulo, Dieese, 2011.
- FILHO, M. G., FERNANDES, F. C. F. Redução da instabilidade e melhoria de desempenho do sistema MRP. Revista produção, v. 16, n. 1, p. 064-079, Jan/Abr. 2006.
- FILHO, C. S., LUCENA, F. O. A programação de materiais frente às necessidades do PCP: estudo de caso na Construção Civil. ENEGEP 1997, 1997.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HEIDRICH, P. H. L. Contribuição do MRP na gestão estratégica da manufatura. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, 2005.
- IDC. Latin America Semiannual ERP Tracker. Miami, 2010
- JÚNIOR, A. N. C., Novas Tecnologias e Sistemas de Administração da Produção – Análise do grau de integração e informatização nas empresas Catarinenses. Dissertação de Pós-graduação, UFSC, Florianópolis, (98p.), 1996.
- LUBEN, R. T. Just-in-Time: uma estratégia avançada de produção. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- LAURINDO, F. J. B., MESQUITA, M. A. Material Requirement Planning: 25 anos de história – uma revisão do passado e prospecção do futuro. Revista Gestão e Produção, v.7, n.3, p. 320-337, dez. 2000.
- LEITE, M. O., POSSAMAI, O. A utilização das curvas de aprendizagem no planejamento na construção civil. In: XXI ENEGEP. Santa Catarina, 2001.
- MACHLINE, C. et al. Manual de administração da produção. Rio de Janeiro: FGV, 1986.
- MARTINS, R. A. Flexibilidade e Integração no novo paradigma produtivo mundial: estudos de casos. Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos, (137p.), 1993.
- MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. Administração da Produção, 2ª Edição. São Paulo, Ed. Atlas, 2006.
- MEIRA, A. R., LIBRELOTTO, L. I., SANTOS, P. L., HEINECK, L. F. M. Metodologia para redução das perdas na Construção Civil. ENEGEP, 1998.
- MIANA, E. H. Aplicação do Sistema MRP à Construção Civil: Estudo de Caso Empreendimento Bossa Nova. Monografia Graduação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG, (45p.), 2007.
- NEVES, F. V. F., GUERRINI, F. M., Modelo de requisitos e componentes técnicos para formação e gerência de redes de cooperação entre empresas da construção civil. Revista Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 1, p. 195-206, 2010
- OHNO, T. O Sistema de Produção Toyota: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Ed. Bookman, 1997.
- PINTO, T. P. P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- POON, C. S., YU, A. T. W., NG, L. H. Comparison of low-waste building technologies adopted in public and private housing Project in Hong-Kong. Engineering, Construction and Architectural Management 10 (2), 88-98, 2003.
- PONTES, G. V. C., SEGUNDO, P. V. P. Aplicação do MRP a uma indústria de artigos de pré-moldados utilizando técnicas de previsão de demanda. Encontro Nacional de Engenharia de Produção- ENEGEP, 2010.

- ROSSI, B. (2004). Análise de mercado: Brazil – ERP applications. 2004. São Paulo: Idc Brasil.
- SANTOS, A. et al. Método de Intervenção para Redução de Perdas na Construção Civil: manual de utilização. Porto Alegre: SEBRAE/RS,1996.
- SANTOS, L. M., COSTA, M. A. B., BRAATZ, D. Levantamento na literatura recente considerando a utilização dos sistemas ERP em empresas do setor de Construção Civil. Encontro Nacional de Engenharia de Produção-ENEGEP, 2011.
- SHEN, L. Y., TAM, V. W. Y., TAM, C. M., DREW, D. Mapping approach for examining waste management on construction sites. Journal of Construction Engineering and Management 130 (4), 232-243, 2004.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Ed. Bookman, 1996.
- SINDUSCON-SP. Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: Obra Limpa: I&T: SindusCon-SP, 2005.
- SOARES, W., DORNELAS, R. M., GUIMARÃES, L. O., PEREIRA, D. C. RM Sistemas – as Dores do Crescimento. RAC, v. 11, n. 4, Out./Dez. 2007: 219-238
- SZAJUBOK, N. K., ALENCAR, L. H., ALMEIDA, A. T. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. Revista Produção, v. 16, n.2, p. 303-318, Maio/Ago. 2006.
- TAM, V.W.Y., SHEN, L.Y., TAM, C.M., 2007. Assessing the levels of material wastage affected by sub-contracting relationships and projects types with their correlations. Building and Environment 42 (3), 1471–1477.
- TOMMELEIN, I. D. Pull driven scheduling for pipe-spool installation: simulation of a lean construction technique. Journal of construction engineering management, v.124, n.4, p.279-288, 1998
- TURBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2000.
- VIEIRA, H. F. Logística aplicada à construção civil. Editora PINI, 2006.
- VRIJHOEF, R., KOSKELA, L. The four roles of supply chain management in construction. European Journal of Purchasing and Supply Management, v.6, n.3-4, p. 169-178, 2000.
- ZORDAN, S. E. Fichas técnicas – Entulho da Indústria da Construção Civil. Universidade de Campinas, Campinas-SP. 2005
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre, Bookman, 2005.

X. COPYRIGHT

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

**RECRUTAMENTO ALVEOLAR EM PACIENTE PORTADOR DA
SÍNDROME DA ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA AGUDA; ESTUDO DE CASO**
***ALVEOLAR RECRUITMENT IN PATIENT WITH ACUTE RESPIRATORY
DISTRESS SYNDROME; CASE STUDY***

MARCELO ROCHA SOARES DA SILVA
DEPARTAMENTO DE SAÚDE COLETIVA, FURB, BLUMENAU-SC
marcelofisio_@hotmail.com

Resumo - A síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) apresenta-se como um quadro de lesão pulmonar aguda, associada a um edema pulmonar, agudo e não hidrostático, juntamente com uma hipoxemia severa, ao qual obtém altas taxas de mortalidade, acima de 50%, tendo como grande fator determinante a etiologia. **METODOLOGIA** estudo de caso em paciente com diagnóstico de AVCh, evoluído para SARA. **RESULTADO** paciente apresenta melhora na mecânica ventilatória e gasométrica **CONCLUSÃO** apesar da modalidade a volume não ser tão bem recomendada, o uso do tempo inspiratório, pausa inspiratória e suspiros (parâmetros da modalidade à volume) em associação a baixo volumes pode ser de grande valor clínico.

Palavras-chave: SARA. Ventilação Mecânica. Recrutamento Alveolar.

Summary: The acute respiratory distress syndrome (ARDS) is presented as a framework for acute lung injury associated with pulmonary edema, acute and non-hydrostatic, along with a severe hypoxemia, which gets high mortality rates above 50%, with the primary determining factor etiology. **METHODOLOGY** case study in a patient with a diagnosis of CVA, evolved to ARDS. **RESULT** patient shows improvement in ventilatory mechanics and blood gas **CONCLUSION** despite the mode volume is not so well recommended, the use of inspiratory time, inspiratory pause and sighs (parameters of the mode volume) in combination with low volumes may be of great clinical value.

Keywords: ARDS. Mechanical Ventilation. Alveolar Recruitment.

I. INTRODUÇÃO

A síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) é um processo respiratório de início agudo, manifestado radiologicamente como infiltrados pulmonares bilaterais¹³, na qual promove uma insuficiência respiratória grave, associado à necessidade de assistência ventilatória, cujo a mortalidade situa-se acima de 50%¹⁴.

Segundo a American-European Consensus Conference ARDS estabeleceu critérios para diagnósticos na SARA, definindo-a como uma "síndrome de inflamação e aumento da permeabilidade capilar pulmonar associada a uma gama de anormalidades clínicas, radiológicas e fisiológicas não

causadas por hipertensão capilar pulmonar, porém podendo coexistir com a mesma". Distinguindo-se da lesão pulmonar aguda (LPA) pela presença de infiltrado bilateral na radiografia de tórax, ausência de hipertensão atrial esquerda (pressão capilar pulmonar menor ou igual a 18 mmHg) e hipoxemia com uma relação entre a pressão parcial de oxigênio arterial e a fração inspirada de oxigênio menor ou igual a 300⁹. As quais podem ser agravadas pelas tensões mecânicas causadas pelas regulagens inapropriadas do ventilador mecânico¹¹.

A SARA tem relação com diversas condições ou fatores de risco que desencadeiam a reação inflamatória com conseqüente lesão pulmonar, tanto na forma direta, como no caso de pneumonia, aspiração do conteúdo gástrico e trauma torácico, ou indireta, como na sepse, pancreatite, choque e múltiplos traumas⁹, a mecânica respiratória também parece diferir em função da etiologia da lesão⁶.

Dentre a maioria das definições sobre a SARA, pode-se incluir três critérios básicos como: a) hipoxemia (a qual pode ter densidade variável); b) redução da complacência pulmonar; e c) infiltrados pulmonares observadas na radiologia de tórax. Tendo tais critérios como parâmetros avaliativos criou-se um grau de pontuação ("score") da lesão pulmonar, a fim de avaliar e prognosticar mais fidedignamente o grau da injúria².

Tabela 1 - Componentes do sistema de graduação (escore) da lesão pulmonar

| | |
|---|--------|
| Escore da radiografia de tórax | |
| Nenhuma condensação alveolar | 0 |
| Condensação alveolar em um (1) quadrante | 1 |
| Condensação alveolar em dois (2) quadrantes | 2 |
| Condensação alveolar em três (3) quadrantes | 3 |
| Condensação alveolar em todos os quatro (4) quadrantes | 4 |
| Escore da hipoxemia | |
| PaO ₂ /FIO ₂ >300 | 0 |
| PaO ₂ /FIO ₂ de 225-299 | 1 |
| PaO ₂ /FIO ₂ de 175-224 | 2 |
| PaO ₂ /FIO ₂ de 100-174 | 3 |
| PaO ₂ /FIO ₂ <100 | 4 |
| Escore da complacência do sistema respiratório (quando ventilado) (mL/cmH ₂ O) | |
| >80 | 0 |
| 60-79 | 1 |
| 40-59 | 2 |
| 20-39 | 3 |
| <20 | 4 |
| Escore da pressão expiratória positiva final (quando ventilado) (cmH ₂ O) | |
| ≤5 | 0 |
| 6-8 | 1 |
| 9-11 | 2 |
| 12-14 | 3 |
| ≥ 15 | 4 |
| O valor final é obtido dividindo-se a soma total pelo número de componentes usados (Escore) | |
| Nenhuma lesão | 0 |
| Lesão leve a moderada | 01-2,5 |
| Lesão grave (SARA) | >3 |

Fonte: Antoniazzi, 1998.

O colapso e distensão alveolares repetidos em áreas comprometidas do parênquima pulmonar são deletérios, pois cria forças de cisalhamento na parede alveolar, determina aumento na síntese e liberação local de mediadores inflamatórios, agravando a lesão alveolar e o processo inflamatório local. Assim, a PEEP é o principal recurso ventilatório empregado para adequar a relação ventilação/perfusão (V/Q) e, fisiologicamente, proteger as áreas de troca não comprometidas. É indicada sua utilização na LPA/SDRA para minimizar o potencial de lesão pulmonar associado ao uso de concentrações tóxicas de oxigênio e para evitar colapso pulmonar ao final da expiração⁴.

Outro componente importante na SARA, é o surfactante, pois sua deficiência aumenta a lesão pulmonar induzida pelo ventilador. O surfactante existe no espaço alveolar sob a forma de grandes e pequenos agregados, sendo que mudanças em suas estruturas são apresentadas de forma mais significativa quando o paciente já apresenta lesão pulmonar pré-existente e ventilado com VT elevados⁸.

A lesão epitelial alveolar atinge diretamente a membrana basal e os pneumócitos tipo I e tipo II, cujo altera tanto a sua quantidade quanto à funcionalidade do surfactante, tendo como consequência, as atelectasias, aumento da tensão superficial alveolar e redução da complacência pulmonar. A lesão está associada a numerosos eventos inflamatórios, como sequestro alveolar, ativação de neutrófilos e durante manobras de recrutamento, ativação do sistema de coagulação, podendo acarretar uma trombose microvascular, acionando células mesenquiais, com a produção de procolágeno. No espaço alveolar, o balanço entre mediadores pró-inflamatórios (TNF- α , IL-1, IL-6 e IL-8) e anti-inflamatórios (IL-10, antagonistas do receptor de IL-1 e do receptor do TNF solúvel) predispõe a continuidade da inflamação¹.

II. TÉCNICAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR

A ventilação mecânica (VM) obteve grande evolução nos últimos anos, entretanto, no tratamento da SARA, a taxa de mortalidade ainda é elevada. Com o objetivo de minimizar os grandes prejuízos decorrente à síndrome, novas técnicas ventilatórias de proteção alveolar são apresentadas⁵ a fim de promover o recrutamento alveolar, como: insuflação sustentada com alto nível de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP); aumento simultâneo da pressão expiratória final positiva (PEEP) e do volume corrente (VC); aumento progressivo da PEEP com um valor fixo de pressão inspiratória (PI) e elevação simultânea da pressão inspiratória (PI) e da PEEP no modo de pressão controlada (PCV)¹¹.

A pressão expiratória final (PEEP) e baixo volume corrente (VT) podem proteger o pulmão em decorrência às lesões induzidas por ventilação (LPIV), pois, durante o recrutamento de alvéolos instáveis, os níveis elevados de PEEP proporcionam a melhora da oxigenação, podendo protegê-los contra o recrutamento e desrecrutamento (R/D) cíclico. Entretanto, a PEEP em níveis elevados podem também aumentar o estiramento do parênquima pulmonar³.

As estratégias de ventilação mecânica (VM) vêm sofrendo modificação nas últimas décadas, com a apresentação cada vez maior do uso de (VC) baixos, principalmente nos casos de pacientes com lesão pulmonar aguda (LPA) ou síndrome da angústia respiratória do adulto (SARA). Porém, em pacientes sem LPA/SARA, o uso de VC altos ainda é muito comum¹².

Uma forma protetora de ventilação baseada em baixos volumes correntes apresenta redução da mortalidade de 71% para 38% em pacientes com SARA, pois acredita-se que os alvéolos colapsados podem ser recrutados analisando a curva P-V para a complacência pulmonar máxima¹⁵.

De acordo com o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica, a manobra de recrutamento alveolar (MRA) apresenta grau de recomendação B para a aplicação em pacientes com LPA/SDRA, já que não há opinião consensual sobre como efetuar tal manobra. Segundo os expertos que elaboraram o III Consenso não existem dados suficientes para determinar diferenças nos efeitos sobre a morbidade e mortalidade entre os pacientes ventilados em pressão controlada (PCV) ou volume controlado (VCV). Entretanto, recomendam, sempre que possível, a utilização de modos ventilatórios limitados à pressão, pois promovem maior conforto e trabalho respiratório mínimo¹.

A tabela 2 apresenta estudos com diversas técnicas para a efetivação.

Tabela 2 - Estudos com diversas técnicas para a efetivação.

| Autores | Ano | N. de pacientes | Manobras de recrutamento (MRA) |
|----------------|------|-------------------|---|
| Rothen e col. | 1999 | 12 | Insuflação c/ 40cmH ₂ O por 15 seg. |
| Rothen e col. | 1993 | 16 | Grupo: Insuflações com 10, 20, 30, 40cmH ₂ O/ Grupo 2: 3 insuflações c/30 cmH ₂ O (15 seg. cada insuflação). |
| Rothen e col. | 1995 | 20 | Insuflação manual de 40cmH ₂ O por 15 se. |
| Pang e col. | 2003 | 24 | 10 Insuflações manuais com PP de 40cmH ₂ O e uso de PEEP(5 cmH ₂ O) a seguir. |
| Tusman e col. | 2004 | 20 | 10 ins. c/ PP ins. de 40 cmH ₂ O e PEEP 20cmH ₂ O |
| Tusman e col. | 2002 | 90 | 10 insuflações manuais c/ PP de 40 cmH ₂ O e uso de PEEP (0,5,10 cmH ₂ O) a seguir. |
| Tusman e col. | 1999 | 30 | Aumento de PEEP para 15 cmH ₂ O (de 5 em 5 cmH ₂ O) e aumento do VC até 18 mL.kg-1 ou pico de pressão inspiratória de 40 cmH ₂ O por 10 respirações. |
| Tusman e col. | 2003 | 24 | 10 insuflações manuais com pico de pressão de 40 cmH ₂ O e PEEP de 15 cmH ₂ O e a seguir PEEP de 5 cmH ₂ O . |
| Dyhr e col. | 2002 | 16 | 2 insuflações de 45 cmH ₂ O com duração de 20 segundos cada |
| Dyhr e col. | 2004 | 30 | 4 insuflações de 45 cmH ₂ O com duração de 10 segundos cada |
| Claxton e col. | 2003 | 78 | Aumento de PEEP para 15 cmH ₂ O (de 5 em 5 cmH ₂ O) e aumento do VC até 18 mL.kg-1 ou pico de pressão inspiratória de 40 cmH ₂ O por 10 respirações. |
| Amato e col. | 1998 | 53 | CPAP de 35 a 40 cmH ₂ O por 40 segundos |
| Grasso e col. | 2002 | 22 | CPAP de 40 cmH ₂ O por 40 segundos. |
| Pelosi e col. | 1999 | 10 | 3 suspiros por minuto com volume suficiente para atingir 45 cmH ₂ O durante 60 minutos. |
| Barbas | 2003 | Artigo de revisão | CPAP de 35 a 40 cmH ₂ O por 40 segundos foi a mais utilizada. |
| Rouby | 2002 | Artigo de revisão | PEEP de 2 cmH ₂ O acima do Pflexinf da curva PV foi a manobra estudada. |
| Bein e col. | 2002 | 11 | Aumento progressivo durante 30 segundos da pressão de pico até 60 cmH ₂ O e manutenção por 30 segundos. |
| Morán e col. | 2003 | Artigo de revisão | Mais estudos são necessários para avaliar os reais benefícios das diversas MRA. |
| Singh e col. | 2002 | 17 | Aumento do VC de 8 até 18 mL.kg-1 por 10 respirações. |
| Tusman e col. | 2004 | 16 | Aumentos graduais de PIP e PEEP até atingir PIP de 40 cmH ₂ O e PEEP de 20 cmH ₂ O por 10 respirações. |

PEEP: pressão positiva expiratória final; VC: volume corrente; CPAP: pressão positiva contínua nas vias aéreas; Pflexinf: ponto de inflexão inferior; curva PV: curva volume-pressão; PIP: pico de pressão inspiratória.

Fonte: Gonçalves 2005.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na UTI de um Hospital municipal de Brusque-SC, que possui capacidade para 10 leitos, o qual atende pacientes de todas as especialidades médicas. Trata-se de um estudo de caso, onde foram avaliados os aspectos gasométricos e radiológicos do paciente com diagnóstico de SARA, com relação ao modo ventilatório em uso a pressão e a volume, o estudo foi realizado no mês de setembro de 2013.

IV. ESTUDO DE CASO

Paciente D.S.S, masculino, 35 anos, aproximadamente 95 Kg, chega à UTI com Glasgow 7, intubado, submetido a tomografia computadorizada (TC), diagnosticado acidente vascular cerebral hemorrágico (AVCh) parieto-occipital de hemisfério esquerdo, inundação de ventrículos, edema cerebral difuso; sedado com midazolam 30ml/h, fentanil 30ml/h, em uso de DVE. Após 96 hs, mantinha-se sob

ventilação mecânica modo PCV com pressão (Press.) de 20 cmH₂O, PEEP: 7 cmH₂O, pressão de pico (PP) em 35 cmH₂O, e Volume corrente (VT) de 350ml, frequência respiratória (FR) de 20 imp. Complacência dinâmica (C.din.) 33cmH₂O, raio X, apresentando infiltrados bilaterais, com ausculta pulmonar (AP) de estertores em ambos hemitórax (AHTX), e gasometria arterial com PH: 7,39; PCO₂: 39,7; PO₂: 60, BE:-1; HCO₃: 24,1(mEq/l); SaO₂: 90; FiO₂: 0,92%, Tendo como a PaO₂/ FiO₂:65,2 cmH₂O, totalizando um escore de 3 na tabela de lesão pulmonar, recebendo o diagnóstico de SARA.

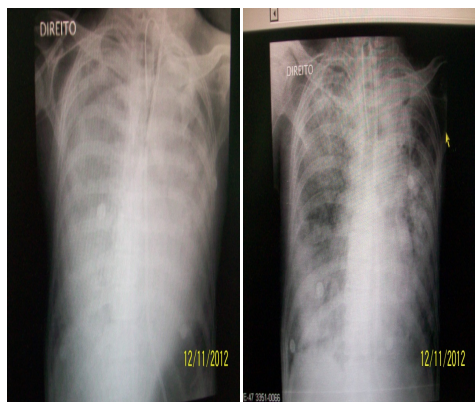
Após o diagnóstico, os parâmetros ventilatórios foram modificados, para o modo VCV, com volume corrente a 6ml/Kg, tempo inspiratório de 1,5seg, com pausa inspiratória de 0,25seg, frequência respiratória de 18ipm., onda de fluxo descendente, PEEP dois cmH₂O acima da PEEP ideal, permanecendo em 10 cmH₂O, FiO₂: 1,0, a qual foi sendo reduzida em 4% somente quando o paciente apresentava SaO₂ entre 95 à 100% , mantendo um VT entre 550 à 600 ml/Kg, e PP de no máximo 35 cmH₂O, com 3 períodos de suspiros com 5 incursões em cada período, com 20% do VT, com a PP de no máximo 40cmH₂O, durante os suspiros. Todos os parâmetros foram mantidos por 24 horas, ao qual foi realizado nova gasometria com resultado de PH:7,37; PCO₂: 48,7; PO₂: 166; BE: +3; HCO₃: 28,5(mEq/l); SaO₂:99 e a FiO₂: 0,52%, a PaO₂/FiO₂: 319,2, gasometricamente o paciente já não apresentava lesão pulmonar, com significativa melhora da PaO₂ concomitante à redução da FiO₂, a (C.din) de 66 cmH₂O; em contrapartida, houve retenção de HCO₃ e elevação do PCO₂; RX: também realizado no mesmo período, apresentava-se com redução dos infiltrados em AHTX e aumento de aeração, a AP: com estertores esparsos.

O paciente foi mantido com a mesma modalidade, porém com reavaliação da mecânica pulmonar, os parâmetros ventilatórios foram mantidos por mais 24 hs, sem a pausa inspiratória, sendo que, neste período não foi realizado o atendimento fisioterapêutico, o resultado gasométrico apresentou: PH:7,34; PCO₂:93; PO₂:71; BE:7; HCO₃:32,4(mEq/l); SaO₂:93; FiO₂:0,99%, e a PaO₂/FiO₂: 71,71, a (C.din) 39 cmH₂O, em apenas 24 hs, o paciente novamente retorna ao quadro de SARA, o RX: apresentou aumento de infiltrados, e a AP: obteve aumento de estertores em AHTX.

No dia seguinte o paciente foi mantido na mesma modalidade ventilatória com os mesmos parâmetros, por mais 24hs, sendo retornado a pausa inspiratória com redução da FiO₂ somente com a SaO₂ acima de 95%, associados novamente aos procedimentos fisioterapêuticos 3x por dia. Após esse período foi coletado novamente sangue para a gasometria e os resultados foram: PH: 7,37; PCO₂: 52,4; PO₂:106; BE: 5; HCO₃:30,5(mEq/l); SaO₂: 98; FiO₂: 0,40; a PaO₂/FiO₂: 265 e a (C.din) 44cmH₂O. O paciente mantinha o padrão gasométrico de lesão pulmonar, porém com relevante aumento da V/Q, o paciente também apresentou melhora tanto no RX quanto na AP, sendo extubado após 72 horas.

| |
|--|
| PH:7,39; PCO ₂ :39,7; PO ₂ :60; BE:-1; HCO ₃ :24,1(mEq/l); SaO ₂ :90; FiO ₂ : 0,92%; PaO ₂ /FiO ₂ :65,2 |
| PH:7,37; PCO ₂ :48,7; PO ₂ :166; BE:+3; HCO ₃ :28,5(mEq/l); SaO ₂ :99; FiO ₂ :0,52%; PaO ₂ /FiO ₂ : 319,2 |
| PH:7,34; PCO ₂ :59,6; PO ₂ :71; BE:7; HCO ₃ :32,4(mEq/l); SaO ₂ :93; FiO ₂ :0,99%, e a PaO ₂ /FiO ₂ : 71,71 |
| PH:7,37; PCO ₂ :52,4; PO ₂ :106; BE:5; HCO ₃ :30,5(mEq/l); SaO ₂ :98; FiO ₂ :0,40; a PaO ₂ /FiO ₂ : 265. |

Figura 1 – Imagens do radiológicas do paciente antes e após procedimentos



V. CONCLUSÃO

Após este estudo, percebe-se que a ventilação a volume ainda é um grande componente no tratamento da SARA, a associação do volume corrente baixo, uma PEEP ideal aumenta a perfusão tecidual sem graves lesões no parênquima pulmonar, contudo, a utilização da pausa inspiratória e os suspiros utilizados no transcorrer do tratamento aumentaram a retenção de CO₂, porém apresentou melhora na complacência dinâmica, sendo de grande valia seu uso, pelo fato de manter uma abertura intermitente dos alvéolos sem a necessidade de realizar recrutamentos com grandes valores de PEEP. Mas, a participação da fisioterapia com seus procedimentos, efetivaram a solidez do tratamento, demonstrando a sua importância no tratamento da SARA.

VI. REFERÊNCIAS

- AMATO, Marcelo, B. P.; Carvalho, Carlos, R. R.; Ísola, Alexandre ; Vieira, Sílvia; Rotman, Vivian ; Moock, Marcelo; José, Anderson; Franca, Suelene. Ventilação mecânica na Lesão Pulmonar Aguda (LPA)/Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA). Disponível no endereço: **J Bras Pneumol. 2007;33(Supl 2):S 119-S 127.**
- ANTONIAZZI, Paulo; Júnior, Gerson, Pereira, Alves ; Marson, Flávio; Abeid, Mário; Baldisserotto, Sérgio; Filho, Anibal, Basile. Síndrome da angústia respiratória aguda (sara). Disponível no endereço: **Medicina, Ribeirão Preto, 31: 493-506, out./dez. 1998.**
- BUGEDO, Guilherme; BRUHN, Alejandro ; REGEUIRA, Tomás; ROMERO, Carlos; RETAMAL, Jaime; HERNÁNDEZ, Glenn. Pressão expiratória final positiva aumenta o estiramento em pacientes com LPA/SARA. Disponível no endereço: **Rev Bras Ter Intensiva. 2012; 24(1):43-51.**
- COIMBRA, R. SILVEIRO, C. C. Novas estratégias de ventilação mecânica na lesão pulmonar aguda e na síndrome

- da angústia respiratória aguda. Disponível no endereço: **Rev. Assoc. Med. Bras. vol.47 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2001**
- COSTA, Daniela, Caetano; Rocha, Eduardo; Ribeiro, Tatiane, Flores. Associação das manobras de recrutamento alveolar e posição PRONA na síndrome do desconforto respiratório agudo. Disponível no endereço: **Rev. bras. ter. intensiva vol.21 no.2 São Paulo Apr./June 2009.**
- GARCIA, Cristiane, S. N. Baez; Pelosi, Paolo; Rocco, Patrícia, R. M. Síndrome do desconforto respiratório agudo pulmonar e extrapulmonar: existem diferenças? Disponível no endereço: **Rev. bras. ter. intensiva vol.20 no.2 São Paulo Apr./June 2008.**
- GONÇALVES, Luciana, Oliveira; Cicarelli, Domingos, Dias. Manobra de recrutamento alveolar em anestesia: como, quando e por que utilizá-la. Disponível no endereço: **Rev Bras Anestesiol 2005; 55: 6: 631 – 638.**
- NARDELLI, Liliane. M; Garcia, Cristiane, S. N. B; Pássaro, Caroline P; Rocco, Patrícia, R. M. Entendendo os Mecanismos Determinantes da Lesão Pulmonar Induzida pela Ventilação Mecânica Disponível no endereço: **Revista Brasileira de Terapia Intensiva Vol. 19 N° 4, Outubro-Dezembro, 2007.**
- OLIVEIRA, Raquel, Hermes, Rosa; FILHO, Aníbal, Basille. Incidência de lesão pulmonar aguda e síndrome da angústia respiratória aguda no centro de tratamento intensivo de um hospital universitário: um estudo prospectivo. Disponível no endereço: **J. bras. pneumol. vol.32 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2006.**
- PADOVANI, Cauê; CAVENAGHI, Odete, Mauad. Recrutamento alveolar em pacientes no pós operatório imediato de cirurgia cardíaca. Disponível no endereço: **Rev Bras Cir Cardiovasc vol.26 no.1 São José do Rio Preto Jan./Mar. 2011.**
- PEREIRA, Flávia, C.; Simonini, Fernanda; Pereira, Marcelo; Silva, Valdeez; Sanches, Vicente; Tavares, Eduardo, C. Protocolo de recrutamento alveolares em pacientes portadores da Síndrome Angústia Respiratória. Disponível no endereço: **Arq Ciênc Saúde 2005 jan-mar;12(1):32-6.**
- SEIBERLICH, Emerson; Santana, Jonas, Alves; Chaves, Renata de Andrade; Seiberlich, Raquel, Carvalho. Ventilação protetora, por que utilizar? Disponível no endereço: **Revista Brasileira de Anestesiologia Vol. 61, No.5, Setembro-Outubro, 2011.**
- VERAS, Kelson, Nobre; FIGUEREDO, Bruno, C. Souza; MARTINS, Liliane, Maria, Soares ; VASCONCELOS, Jayro, T. Paiva ; WANKE, Bodo. Coccidioidomycose: causa rara de síndrome do desconforto respiratório agudo. Disponível no endereço: **JPneumol 29(1) – jan-fev de 2003.**
- KAIRALLA, Ronaldo, Adib; Franca, Suelene, Aires. Ventilação mecânica na síndrome da angústia respiratória aguda: impacto da utilização de volume corrente baixo. Disponível no endereço: **Rev. Assoc. Med. Bras. vol.46 n.4 São Paulo Oct./Dec. 2000.**
- FAUSTINO, Eduardo, Antônio. Mecânica pulmonar de pacientes em suporte ventilatório na unidade de terapia intensiva. Conceitos e monitorização. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva Vol. 19 N° 2, Abril-Junho, 2007.**

VII. COPYRIGHT

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

A GESTÃO DO CONHECIMENTO E OS NOVOS DESAFIOS DA APRENDIZAGEM NO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL

VICTOR HUGO DE BARROS NÓBREGA

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTÁBEIS E ATUARIAIS, PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO (FEA PUC/SP)

victorhbnobrega@yahoo.com.br

Resumo – Este artigo trata de Gestão do Conhecimento e busca analisar os principais aspectos da gestão do conhecimento, e os objetivos específicos são definir a gestão do conhecimento e o conhecimento explícito e tácito, avaliar a gestão do conhecimento no desempenho organizacional e a aprendizagem contínua, e compreender os principais desafios das organizações do conhecimento. A metodologia é a revisão de literatura, através de pesquisa teórica. Conclui-se que o universo da gestão do conhecimento é extenso e ainda tem-se muito a explorar nas organizações. Entretanto, não há dúvidas de que para manter a competitividade é imprescindível reter o conhecimento gerado na empresa como diferencial de mercado, pois adotar mecanismos que permitam armazenar e internalizar a informação ampliará o nível de produtividade das equipes e consequentemente promoverá redução nos custos dos projetos trazendo melhores resultados para os mesmos.

Palavras-chave: Recursos Humanos. Gestão do Conhecimento. Aprendizagem.

I. INTRODUÇÃO

A importância da Gestão do Conhecimento para a potencialização das vantagens competitivas de uma empresa tem recebido destaque nos últimos anos. Entretanto, somente recentemente vem sendo dada atenção para aspectos relacionados às limitações do gerenciamento do conhecimento nos ambientes de projetos.

Este cenário é bastante positivo, principalmente pelo fato de como um projeto da empresa cada vez mais não é visto como um modo de organização, mas também um conjunto de processos complexos para o desenvolvimento de novos produtos e inovação.

Alguns pesquisadores da área (SOTILLE *et al*, 2007; TERRA, 2003) definem a Gestão do Conhecimento no contexto de um projeto como o gerenciamento de atividades compostas por três dimensões: Estoque de Conhecimento, Ambiente Favorável e Práticas de Conhecimento. Como resultado final desta Gestão estabelece-se a relação de 'ganha-ganha' entre a organização e os seus recursos humanos, pois todos os colaboradores que contribuem para esse sistema podem usufruir do conhecimento presente na empresa.

As empresas líderes do mercado compreenderam que, para manter a competitividade, é imprescindível conhecer e monitorar o ambiente em que a empresa está inserida, bem

como o conhecimento organizacional capaz de promover soluções ágeis e eficientes. Aplicando processos que permitam a Gestão do Conhecimento, estas empresas já estão obtendo excelentes resultados.

Para obter vantagem competitiva sustentável, neste ambiente complexo que sofre profundas transformações, as empresas desviaram seu interesse por capital, matéria-prima e tecnologia e passaram a buscar o conhecimento e inovação. Os sinais desta busca podem ser observados na crescente exigência dos clientes, na reinvenção dos processos de negócios, nos novos modelos organizacionais, na preocupação com a avaliação do Capital do Conhecimento das organizações, na evolução da tecnologia da informação, na mobilidade das pessoas talentosas e no surgimento de uma nova mentalidade gerencial.

Muitas organizações já estão mapeando e classificando o conhecimento como um tipo de ativo que pode gerar riquezas quando se caracteriza seu papel em cada negócio. Para aproveitar esse potencial de geração de riquezas, muitos estão promovendo intercâmbios de conhecimento generalizados (STEWART, 1998, p. 37).

Este intercâmbio está exigindo a definição de estruturas organizacionais e a definição de sistemas que facilitem o trabalho conjunto, promovendo a interação entre colaboradores e todos os parceiros de negócios a organização, seus clientes, fornecedores, órgão reguladores e até mesmo concorrentes.

Neste cenário, boas iniciativas e práticas para a Gestão do Conhecimento oferecem benefícios que permitem a sustentabilidade das vantagens competitivas em relação à concorrência para as organizações que as empreendem. Dentre os benefícios de uma boa gestão de conhecimento, pode-se também destacar: o aumento do nível de produtividade e consequente redução nos custos de produção, melhoria nos processos e desempenho das organizações, aumento da qualidade dos produtos e/ou dos serviços prestados, processos de tomadas de decisão mais eficientes e com melhores resultados, entre outros.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Uma revisão da literatura permite observar que não há um consenso sobre uma definição para a Gestão do

Conhecimento. Muitos autores seguem uma linha comparando conhecimento de informações e dados, onde existe uma opinião em comum de que dados consistem em fatos e número brutos e que as informações são processadas em dados e o conhecimento são informações autenticadas, como esta de Fleury e Oliveira (2001, p. 38):

“Gestão do Conhecimento é o uso de tecnologia para fazer que a informação se tornar importante e acessível onde quer que esteja localizada. Para executar esta eficientemente é necessária a aplicação da tecnologia apropriada para cada caso específico. A Gestão do Conhecimento incorpora sistemáticos processos para encontrar, selecionar, organizar e apresentar as informações em tal maneira que melhora tanto a compreensão do empregado e o uso de ativos da empresa” (FLEURY E OLIVEIRA, 2001, p. 38).

As definições, além de incorporar muitos aspectos do “processo” em torno da Gestão do Conhecimento implicam essencialmente uma visão objetivista do assunto. Apesar de alguns autores relacionarem a Gestão do Conhecimento ao uso de tecnologias, há quem não concorde com esse tipo de abordagem:

“A ênfase de codificação na literatura para Gestão do Conhecimento provavelmente reflete a predominância da visão de sistemas de informação: muitos artigos tem sido focados no desenvolvimento e implementação das bases de dados de Gestão do Conhecimento, de ferramentas – por exemplo, decisão, ferramentas de apoio e técnicas – apesar do reconhecimento, das melhorias mais espetaculares em Gestão do Conhecimento, a capacidade para os próximos 10 anos estará nos recursos humanos e de gestão de questões” (DAVENPORT; PRUSSAK, 2003, p. 51).

Para entender e melhor definir a Gestão do Conhecimento, um estudo mais completo sobre conhecimento teria que considerar um número maior de entidades: dados, informações, conhecimento, intuição, sabedoria, atitude, deliberação, decisão e ação. Desta forma, é importante analisar os conceitos de dado, informação e conhecimento, procurando identificar como se evolui de um conceito para outro, e dando ênfase ao conhecimento tácito como um tipo especial de conhecimento.

No ambiente de negócios, a diferença entre dado, informação e conhecimento é uma questão do grau em que estas entidades contribuem para reduzir a incerteza do seu usuário no momento de tomada de decisão. Dados são registros puros e simples de eventos que num contexto empresarial pode corresponder apenas a registros estruturados de transações (LINS, 2002).

“Os dados, em si, não têm relevância ou propósito. O acúmulo de dados pode criar a ilusão de melhores decisões, enquanto seu excesso pode dificultar a extração do significado que realmente importa, do que é realmente relevante para o negócio, pois os dados não tem significado inerente. Na prática, os dados descrevem parcialmente apenas o que já se passou, não fornecendo qualquer julgamento ou interpretação sobre a qual possamos nos basear para tomar decisão. O valor do dado só começa a aparecer, quando ele é usado para responder questões fundamentais: “quanto, quem, quando, onde”. Porém, quando se procura obter ajuda a partir dos dados para responder questões do tipo “como” e “por que”, sentem-se dificuldades em obtê-las diretamente. Mesmo assim, não se pode negar que os dados são indispensáveis por serem a

principal matéria-prima para a criação da informação” (DAVENPORT; PRUSSAK, 2003, p. 58).

Conforme Hitt *et al.* (2002), é aceitável dizer que informação é uma mensagem, sob a forma texto, imagem ou som, emitida por alguém ou por algum sistema e orientada a um ou mais receptores. A informação tem o propósito de modificar a atitude, comportamento e julgamento do receptor. Isso acontece porque a informação muda o estado de incerteza de quem a recebe possibilitando, assim, maior segurança nas formas de julgar e tomar decisões.

A informação visa orientar que a recebe no sentido de modificar a percepção sobre o que está em análise. Contudo, o que constitui informação para uns pode não ter valor para outros. A informação só pode fazer sentido para quem a recebe. Quem a emite, no máximo, pode inferir seu possível valor e esperar o feedback do receptor que confirma a utilidade ou não do que recebeu.

Davenport e Prusak (2003, p. 61) sugerem entre os métodos que podem ser usados para agregar valor aos dados: (1) Contextualização para saber qual a finalidade dos dados coletados; (2) Categorização para conhecer os componentes essenciais dos dados; (3) Cálculo para analisar os dados estaticamente; (4) Correção para eliminar erros caso existam; (5) Condensação para resumir os dados em forma mais concisa.

“Numa economia onde a única certeza é a incerteza, apenas o conhecimento é fonte segura de vantagem competitiva” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 49). Ainda segundo os autores:

Quando os mercados mudam, as tecnologias proliferam, os concorrentes se multiplicam e os produtos se tornam obsoletos quase da noite para o dia, as empresas de sucesso são aquelas que, de forma consistente, criam novos conhecimentos, disseminam-nos em toda a organização e rapidamente os incorporam em novas tecnologias e produtos. Essas atividades caracterizam a empresa “criadora de conhecimento”, cujo negócio exclusivo é a inovação contínua (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 49).

Existem diversos estudos a respeito de Aprendizagem Organizacional em Projetos. Terry Cooke-Davis (2002 *apud* LACOMBE; HEILBORN, 2003) identificou que um dos doze fatores chaves para o sucesso em organizações orientadas para projetos está relacionado a aprender por meio de experiência em projetos. Para tal, é necessário combinar conhecimento explícito com conhecimento tácito de forma a incentivar as pessoas a aprender e a contribuir com a melhoria contínua das práticas e processos de Gerenciamento de Projetos.

Entre as principais abordagens reconhecidas na literatura como referência teórica para a gestão do conhecimento é a desenvolvida por Ikuko Tanaka, no Livro “*On Knowledge Management*” (1998 *apud* RODRIGUEZ, 2002), que ilustra a evolução entre esses dois tipos muito diferentes de conhecimento: o Explícito e o Tácito.

Segundo ele, o ponto final do processo é o conhecimento “explícito”, com características formais e sistêmicas, apresentando especificações claras do produto ou serviço prestado. Assim, este tipo de conhecimento é facilmente comunicado e compartilhado.

Existem certos conhecimentos organizacionais explícitos que podem ser introduzidos em documentos, rotinas, procedimentos, práticas, normas e procedimentos operacionais. Na prática, os conhecimentos deste tipo

funcionam como memória e fonte de referência de detalhes. O valor destes conhecimentos só aparece para aqueles que já têm experiência e conhecem o funcionamento geral das operações documentadas (TANAKA, 1998 *apud* RODRIGUEZ, 2002).

Através do fluxo de informação, seja no vetor criatividade, desenvolvimento ou socialização, estamos usando, criando e disseminando conhecimento. Nonaka e Takeuchi (1997) acrescentam que o fluxo de informação cria conhecimento quando ancorado nas crenças e compromissos de quem o detém. “A informação é um fluxo de mensagens, enquanto o conhecimento é criado por esse próprio fluxo de informação, ancorado nas crenças e compromissos de seu detentor.” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 64).

III. A GESTÃO DO CONHECIMENTO

A Gestão do Conhecimento é, hoje em dia, apresentada como uma nova e importante abordagem para resolver os problemas de competitividade das organizações, e começa a ser encarada como elemento central do desempenho organizacional.

Esta área é também vista como um processo estruturado com os objetivos de: a) identificar e definir o conhecimento da organização; b) capturar o conhecimento; c) armazenar o conhecimento; d) manter o conhecimento; e) difundir e distribuir o conhecimento entre colaboradores, clientes e fornecedores; e f) criar a rede de conhecimento da organização com o objetivo de aproveitar a vantagem competitiva do conhecimento para a tomada de decisões eficazes (POSSI *et al.*, 2006).

Desta forma, a Gestão do Conhecimento é uma disciplina que promove uma abordagem integrada para identificar, gerir e partilhar toda a informação da empresa, incluindo bases de dados, documentos, políticas, procedimentos, bem como todo o conhecimento não sistematizado e experiências pessoais (PEREIRA, 2011).

É a gestão explícita e sistemática do conhecimento vital da organização e está associada aos processos de criar, recolher, organizar, difundir, usar e explorar o conhecimento. Portanto, é necessário trabalhar para converter o conhecimento individual em um conhecimento corporativo de forma torná-lo disponível para toda a organização. Envolve a conexão eficiente entre quem sabe, e quem precisa saber, convertendo conhecimento individual em conhecimento organizacional.

Segundo Werkema (1995) a habilidade das organizações em explorarem os seus ativos intangíveis torna-se cada vez mais decisivo do que o próprio investimento e a gestão dos seus ativos físicos. Com a volatilidade e incerteza dos mercados e o aparecimento de novas tecnologias, as organizações que conseguem sobreviver são aquelas que de uma forma consistente, criam novo conhecimento, disseminá-lo e incorporá-lo nos seus produtos e serviços.

Na era pós-industrial as organizações que possuem sistemas internos de Gestão do Conhecimento e Capital Intelectual conseguem rapidamente colocar no mercado novos produtos e serviços, criando uma forte vantagem competitiva. De acordo com Edvinsson (1998), as organizações que conseguem programar com sucesso um sistema de Gestão do Conhecimento, e com isso partilhar

experiências e falhas, estão a dar um grande passo em termos de evolução e maturidade.

IV. A APRENDIZAGEM CONTÍNUA

A capacidade das organizações, através de sua atividade, ter uma postura de aprendizagem contínua é cada vez mais um fator diferenciador. Na verdade, já não se pode mais avaliar uma organização pelo conhecimento que adquire com os erros que comete, mas sim pela emancipação, por dar o passo à frente na busca de novas tecnologias, novos processos, novas abordagens para sustentar e fazer crescer o seu negócio. Segundo Oliveira e Forte (2004), com uma economia tão volátil, o único ativo que fica é o conhecimento.

Peter Senge (2003) tornou-se um dos maiores especialistas internacionais no conceito e postura de aprendizagem que as organizações devem possuir. Numa visão primária, o autor enfatiza que as pessoas não devem ser vistas como recursos da organização, mas sim como “a organização”, contrariando assim a perspectiva dos colaboradores serem fontes de dinheiro ou riqueza. As organizações devem ser encaradas como um “sistema que vive dentro de outro sistema ainda maior que este último” – a própria sociedade -, sendo que os sistemas só podem ser saudáveis se houver uma reciprocidade entre si.

A mudança organizacional, quando incutida do topo da organização, redundará em fracasso, porque as organizações continuam a ser encaradas como máquinas de produção. Se o superior ordena ao subordinado uma alteração de comportamento, esta mudança nunca será profunda – “a mudança liderada do topo pode gerar alguma energia, mas é como uma onda que morre na praia”, segundo Senge (2003, p. 77).

Terra (2003) acrescenta que a verdadeira aprendizagem acontece no dia a dia das ações que as pessoas executam e nas redes de relações que constroem. No entanto, a “aprendizagem depende sempre do nível de compromisso das pessoas, das relações de confiança e da responsabilidade” que, de fato, assumem.

Assim, na maioria das vezes, quando copiamos boas práticas desenvolvidas em outras organizações, não somos bem sucedidos, pois é muito difícil uma pessoa copiar outra. Isto porque o processo de aprendizagem prolonga-se no tempo.

Copiar é apenas um atalho, mas raramente produz um resultado significativo de aprendizagem. Não se podendo atalhar o processo de tentativa-erro e de experimentação e daí construir novas capacidades, o processo de aprendizagem depende sempre do nível de compromisso da pessoa e da sua oportunidade para praticar.

Segundo Senge (2003), para que a mudança ocorra, não é necessário “criar mudança”, mas sim deixar que ela aconteça. Não temos uma postura de só quando o nosso superior hierárquico nos dá ordens é que vamos executar. É necessário que haja um espírito criativo e não haja medo de inovar e de pôr as ideias em prática.

O autor, criador do conceito das “cinco disciplinas”, baseia todo o seu raciocínio na ideia de que a raiz da inovação está na teoria e nos métodos, e não na prática. Absorver as melhores práticas, como tem estado na moda, não cria aprendizagem real. A organização que aprende não

pode ser uma máquina de clonagem de boas práticas dos outros.

As cinco disciplinas de Senge (2003) consistem num corpo de teoria e métodos de gestão, alguns dos quais remontam a centenas de anos atrás. O que surgiu de novo ao desenhar este quadro de “cinco disciplinas” foi perceber como havia sinergia entre elas, em particular a tal “quinta disciplina” - pensamento sistêmico, que expressa a sensibilidade que integra todas as outras.

Senge (2003) apresenta da seguinte forma as disciplinas que fundamentam a Aprendizagem Organizacional: a) Domínio Pessoa; b) Modelos Mentais; c) Visão Partilhada; d) Aprendizagem em Grupo; e e) Pensamento Sistêmico.

O Domínio Pessoa é a abertura de espírito à realidade e vida conduzida com uma atitude criativa e não reativa. Enquanto, Modelos Mentais consideram fundamental a existência de valores e princípios. Para a Visão Partilhada é importante a cocriação e a visão partilhada por todos e por cada um e para a Aprendizagem em Grupo, as leis da equipe são o diálogo e discussão. Já para o Pensamento Sistêmico, a “quinta disciplina”, tudo está interligado e as organizações são sistemas complexos.

Como mostram Carbone et al. (2009), todas as disciplinas são ângulos diferentes de uma visão do mundo interdependente e dinâmico, na qual os seres humanos tem a capacidade de criar em conjunto o seu futuro.

As principais funções da Gestão do Conhecimento nas organizações consistem em identificar de forma adequada os conhecimentos relevantes para o bom funcionamento do negócio e evitar que conhecimentos estranhos, não desejados, sejam introduzidos no desempenho das funções do negócio. O ponto principal está em se colocar o conhecimento sob enfoque de gerenciamento, ou seja, a identificação dos conhecimentos utilizáveis (importantes, a serem preservados ou desenvolvidos) e dos não-utilizáveis (desprezáveis, a serem descartados) pela organização. (SENGE, 2003, p. 79).

Para Terra (2003, p. 22), a Gestão do Conhecimento nas organizações deve atender os seguintes requisitos:

a) Criar um repositório de conhecimento constituído de: conhecimento externo, utilizando, por exemplo, os conceitos e ferramentas de Inteligência Competitiva, conhecimento interno estruturado, e, conhecimento interno informal (conhecimento tácito);

b) Melhorar o acesso ao conhecimento através de: criação de um mapeamento ou sistema de consulta rápida para localização de técnicos-chaves em uma organização, e, estabelecimento de rede de contato com especialistas e criação de “gatekeepers”, elementos de ligação entre grupos de uma organização;

c) Desenvolver um ambiente e uma cultura organizacional que estimulem a criação, a transferência e o uso do conhecimento;

d) Gerenciar o conhecimento como um recurso mensurável por meio de elaboração de métricas e auditorias internas, buscando o conhecimento – capital intelectual, disperso pela organização.

Fleury ensina que em um modelo voltado à criação e gestão do conhecimento, tornam-se importantes as práticas gerenciais voltadas para a experimentação, inovação e busca de grandes desafios.

V. OS PRINCIPAIS DESAFIOS DAS ORGANIZAÇÕES DO CONHECIMENTO

Conforme Pereira (2011), dentro de um ambiente organizacional, compreender o conhecimento é o primeiro passo para a gestão eficaz. Frequentemente as organizações apostam na formação, na educação e no desenvolvimento da carreira dos seus colaboradores.

Todo o negócio é um *knowledge business* e todo o colaborador é um *knowledge worker*. Esta tendência e aposta das organizações trouxeram novos caminhos e perspectivas para os seus colaboradores. Seguem neste capítulo os principais desafios em torno da Gestão do Conhecimento.

As organizações transformaram-se em um Centro de Conhecimento e não um Centro de Capital. Para Campos (2004), o conhecimento das organizações vem se transformando no seu principal ativo, sendo o único *input* que pode apoiar a mudança organizacional e responder às perguntas certas antes de ser procurada qualquer resposta, pois sem o conhecimento deste ativo, jamais uma empresa poderá se tornar competitiva e criar produtos e serviços com qualidade.

No futuro, o ciclo de vida dos produtos e dos serviços poderá ser acelerado sem precedentes, através do conhecimento. A Gestão do Conhecimento é a única forma de alcançar e aplicar este ativo sempre que ele se torna necessário.

Os mercados instáveis precisam de um abandono organizado, pois podem deslocar-se radicalmente, deixando as organizações numa posição muito desconfortável, com produtos inadequados, num mau período e local. O impacto destas forças ainda é maior quando estamos perante tecnologias de ponta ou mercados financeiros.

A Gestão do Conhecimento permite à organização um 'abandono organizado' (expressão utilizada por Peter Drucker) destes mercados; permite também, através de um redesenho de produtos, alterar ou abortar os projetos ou linhas de produto que não são favoráveis ao negócio e entrar em novos mercados que podem maximizar o crescimento da organização (CARBONE *et al.*, 2009).

A Gestão do Conhecimento permite liderar a mudança na organização e não a mudança liderar a organização. De acordo com Cavalcanti *et al.* (2003), a Gestão do Conhecimento já não passa por um simples serviço de consultoria que possa ser prestado a uma organização. Muitas organizações começam a olhar para a Gestão do Conhecimento como sendo o fator primário que a conduz ao sucesso do seu negócio.

Os autores afirmam que o único fator que cria vantagem competitiva numa organização é o seu saber, o seu conhecimento e a forma como faz uso dele. Todas as mudanças relativas a preferências dos consumidores, novas práticas de gestão, novas tecnologias, tendências políticas ou económicas, não podem ser geridas pela organização, pois as organizações tem que liderar esta mudança e estar à frente dela.

Apenas o conhecimento sobrevive, uma vez que, a habilidade de uma organização crescer e prosperar estará apenas presente nas organizações que sejam capazes de criar, obter, processar e manter tanto o antigo como o novo conhecimento para enfrentar a complexidade, a incerteza e a rápida mudança.

Fleury (2002) ressalta que o conhecimento é produtivo apenas se for aplicado para fazer a diferença e é esta produtividade que vai conduzir a organização a uma posição competitiva. Quando uma organização pode aplicar a sua experiência passada para acelerar o trabalho futuro, não faz sentido que sempre que inicia um projeto ou qualquer outra iniciativa comece com uma folha em branco.

A penetração em várias indústrias pode tornar-se complexa. Para Nonaka e Takeuchi (1997), a complexidade, a incerteza e a ambiguidade são três das principais barreiras à penetração em mercados multi-indústria. A Gestão do Conhecimento pode permitir às organizações tornar esta complexidade uma vantagem competitiva.

O conhecimento pode ser o único suporte para a decisão. Segundo Oliveira e Forte (2004), fornecer o suporte à decisão através do conhecimento de projetos passados, iniciativas, falhas, sucessos e esforços disponíveis e acessíveis podem ter uma contribuição muito importante. Identificam-se quatro ferramentas de diagnóstico no suporte à decisão, que se baseiam em fundamentação, produtividade, competência e alocação de recursos de conhecimento.

As ferramentas de Gestão do Conhecimento capazes de suportar colaboração e partilha de conhecimento permitem aos colaboradores colaborar para tornarem melhores e mais rápidas as decisões, e atuar nessas decisões para criarem mais valor econômico para as suas organizações.

O conhecimento requer partilha e as tecnologias de informação podem não ser suficientes, pois, a Gestão do Conhecimento requer uma forte cultura de partilha que os sistemas de informática não suportam. A ideia figurada de se criarem as culturas das máquinas de café, sendo estes ambientes que suportam a partilha informal de conhecimento, fundamental para qualquer negócio.

Para Boog (2002), o conhecimento está de certa forma, relacionado com a inteligência artificial, quando esta afirma não tem haver com máquinas, mas sim com culturas. Organizações que estão apenas orientadas para o uso de tecnologias de informação tem muita dificuldade em aplicar, com sucesso, sistemas de Gestão do Conhecimento.

O conhecimento tácito é móvel. Muitas vezes, quando alguém deixa uma empresa e vai trabalhar para um concorrente, leva também consigo experiências, conhecimento, competências, compreensão. A Gestão do Conhecimento pode mitigar esta situação, tomando medidas preventivas de partilha de conhecimento tácito, através da observação, experimentação ou até rotatividade dos postos de trabalho (TARAPANOFF *et al.*, 2000).

Outro aspecto é que cada vez mais a globalização vem eliminando as fronteiras. Trabalhar em outras zonas geográficas, países, é cada vez mais uma tendência global que não é fácil e muitas vezes bem sucedida. A Gestão do Conhecimento pode trazer benefícios elevados nesta vertente.

É um erro que as empresas se preocupem em criar um sistema de Gestão do Conhecimento para o conhecimento que já possuem, pois é necessário que o sistema de Gestão do Conhecimento esteja sim orientado para a aquisição de novo conhecimento (PEREIRA, 2011).

VI. CONCLUSÃO

Conclui-se que o universo da gestão do conhecimento é extenso e ainda tem-se muito a explorar nas organizações. Entretanto, não há dúvidas de que para manter a competitividade é imprescindível reter o conhecimento gerado na empresa como diferencial de mercado, pois adotar mecanismos que permitam armazenar e internalizar a informação ampliará o nível de produtividade das equipes e consequentemente promoverá redução nos custos dos projetos trazendo melhores resultados para os mesmos.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOOG, Magdalena (Coord.). Manual de Gestão de Pessoas e Equipes: estratégias e tendências. São Paulo: Gente, 2002.
- CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CARBONE, P.; BRANDÃO, H.; LEITE, J.; VILHENA, R. Gestão por Competências e Gestão do Conhecimento. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009.
- CAVALCANTI, M.; GOMES, E.; PEREIRA, A. Gestão de empresas na Sociedade do Conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- DAVENPORT; PRUSAK, P. Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- EDVINSSON, L. Capital Intelectual: descobrindo o valor real de sua empresa pela identificação de seus valores internos. Rio de Janeiro: Makron Books, 1998.
- FLEURY, M.T.L.; OLIVEIRA, Jr. Gestão Estratégia do Conhecimento. São Paulo: Atlas, 2001.
- FLEURY, Maria Tereza Leme (Coord.). As Pessoas na organização. São Paulo: Gente, 2002.
- HITT, M.A.; IRELAND, R.D.; HOSKINSSON, R.E. Administração Estratégica: competitividade e globalização. São Paulo: Pioneira, 2002.
- LACOMBE, F; HEILBORN, G. Administração: princípios e tendências. São Paulo: Saraiva, 2003.
- LINS, S. Transferindo Conhecimento Tácito: Uma Abordagem Construtivista. Rio de Janeiro: E-PAPERS, 2002.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.
- OLIVEIRA, Marília Marinho de Andrade; FORTE, Sérgio Henrique Arruda Cavalcante. Gestão estratégica do conhecimento: um estudo da gestão do conhecimento e estratégica empresarial nas maiores empresa do estado do Ceará. READ, vol. 10, n. 2, mar./abr. 2004.
- PEREIRA, L. Gestão de Conhecimento em Projetos. Lisboa: FCA Editora de Informática, 2011.
- POSSI, M., BORGES, E., AFFONSO, F., OTERO, F. BASTOS, M. HERVÉ, M. CORREIA, N. SALOMÃO, P., Gerenciamento de Projetos Guia do Profissional Aspectos Humanos e Interpessoais. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.
- RODRIGUEZ, Martius V. R. Gestão Empresarial: organizações que aprendem. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2002.
- SENGE, P. A quinta disciplina: a arte e prática da Organização de Aprendizagem. São Paulo: Editora Best Seller, 2003.

SOTILLE, M. A.; MENEZES, L. C. M.; XAVIER, L. F. S.; PEREIRA, M. L. S. Gerenciamento do Escopo em Projetos. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

STEWART, T. Capital Intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

TARAPANOFF, Kira; ARAÚJO Jr., Rogério Henrique; CORNIER, Patrícia Marie Jeanne. Sociedade da informação e inteligência em unidades de informação. Ciência da Informação. Brasília, v.29, n.3, p.91-110, set./dez., 2000.

WERKEMA, M. Ferramentas Estáticas Básicas para o Gerenciamento de Processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

VIII. COPYRIGHT

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

REFLEXÕES SOBRE AS DIFICULDADES NO DESENVOLVIMENTO DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA ESCOLA-COMUNIDADE

ADAILTON SOUZA AGUILAR¹ EMANUEL VIEIRA PINTO¹ JULIANA GUSMÃO DE SOUZA GONÇALVES¹ LEONARDO PIMENTEL DE ANDRADE¹ MARCELO JOSÉ DE SOUZA¹ THIAGO TAVARES BRANCO¹

1- FACULDADE VALE DO CRICARÉ, SÃO MATEUS, ES
adailtonaguilar@hotmail.com

Resumo - Neste artigo dissertamos de forma breve as dificuldades encontradas na educação formal e não-formal no que concerne ao desenvolvimento da educação ambiental. Nele descrevemos a necessidade da preparação acadêmica dos profissionais da educação, bem como, da formação continuada dos professores, objetivando o desenvolvimento de projetos pertinentes, e que atendam às demandas da sociedade. Ressaltamos a importância do tempo de planejamento, para que os profissionais possam, nas escolas, realizar projetos de forma integrada em várias disciplinas, uma vez que se trata de tema transversal definido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Não podemos deixar de destacar a importância das várias instituições sociais, dentre elas o direito, na sua função de fazer cumprir os papéis sociais no sentido de harmonizar a sociedade tendo em vista o bem-comum. Nesse aspecto, a preocupação ambiental como garantia do respeito à dignidade da pessoa humana, conforme reza a nossa Constituição Federal.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Organização Social. Direito.

I. INTRODUÇÃO

Quando o professor trabalha os conteúdos de Educação Ambiental de forma transversal, não consegue sensibilizar seu público como deveria. No entanto, os Parâmetros Curriculares Nacionais tratam dos temas transversais como de natureza diferente das áreas convencionais “[...] Sua complexidade faz com que nenhuma das áreas, isoladamente, seja suficiente para abordá-los. [...]”. (PCN, 1997). Por isso, o profissional da educação precisa além do conhecimento, recursos e materiais para auxiliá-lo de forma efetiva, além de uma formação continuada.

Tania Zagury, Mestre em Educação, no seu livro “O professor refém”, cita um paradoxo na sociedade brasileira:

[...] há na sociedade uma crescente desconfiança em relação ao que a escola está produzindo, por outro, acredita-se que, por meio do ensino, se possa resolver grande parte dos graves problemas que nos atingem hoje. Sejam novos problemas ou os antigos que se aguçam [...] há uma clara esperança de que, uns e outros, sejam resolvidos pela Educação, que dessa forma vai agregando mais e mais objetivos ao seu vasto e inantigível rol (ZAGURY, 2006, p. 117 e 118).

Podemos destacar, nesse sentido, alguns problemas visíveis na educação nacional, tais como: deficiência na formação dos profissionais docentes; falta de investimento em educação continuada do corpo docente; rotatividade dos professores que atuam em escola pública; educação ambiental trabalhada somente de forma transversal; não destinação de tempo para o planejamento do profissional docente, em atividades de Educação Ambiental (EA); o não envolvimento da comunidade nos projetos de EA; o não desenvolvimento da EA em ambientes não formais (associações de moradores, igrejas, ONG’s, família, entre outros); falta de cumprimento e efetividade das políticas públicas de educação ambiental.

A Mestre em Educação, Tania Zagury, coloca algumas questões que vêm corroborar com a reflexão apresentada no presente artigo:

[...] se o professorado é considerado mal treinado e mal preparado; se o currículo é considerado arcaico e obsoleto, como *incluir* novos e complexos objetivos a essa mesma instituição?

A pergunta melhor é, na verdade: *como meramente incluir novos objetivos, sem prover condições para que possam ser alcançados?*

É essa a contradição que incrementa e aprofunda os resultados ineficientes do ensino.

A necessidade de um currículo dinâmico e em contínua transformação é real. *Mas somente incluir novos objetivos melhora a realidade do despreparo docente?* [...] (ZAGURY, 2006, p.118).

II. FORMAÇÃO DO DOCENTE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

É importante que se façam investimentos no professor. Segundo Freire (2013) a valorização do professor não deve partir apenas do Governo ou da Secretaria de Educação, mas também deve partir do próprio profissional em relação ao seu papel. Dessa forma, é necessário que o profissional da educação se prepare para o novo público que hoje ingressa nas instituições de ensino de forma dinâmica.

Estamos numa época tecnológica em que as informações estão cada vez mais acessíveis, conforme Lévy “[...] um

computador e uma conexão telefônica dão acesso a quase todas as informações do mundo [...]” (LÉVY, 1998, p.40), então o professor precisa acompanhar esse ritmo. E como fazer? Vamos pensar na vida de um profissional da educação. Normalmente, o professor trabalha em mais de uma instituição e não tem recebido muitos incentivos do poder público, isso inclui cursos de qualificação. Então, para este profissional se qualificar precisa investir usando recurso próprio. Num mundo tão dinâmico é fato que o professor ficará sempre aquém do seu aluno. O que deve ser feito para reverter essa situação? Pensamos que as políticas públicas precisam ser revistas, caso contrário a educação ambiental não vai existir.

Outro problema detectado no desenvolvimento da educação e que não permite que os projetos de EA se efetivem nas instituições, é a rotatividade de professores. Como não existe concurso para efetivação dos profissionais da educação, suprindo as necessidades do quadro de funcionários, ele está saturado de contratos, o que é ruim, pois não permite a continuidade dos projetos e nem suas melhorias. A cada ano, ou em um mesmo ano, esse quadro muda e, com isso, muitas ações não são dadas como concluídas e não apresentam uma continuidade.

Enfim, o que queremos dizer a respeito dessas dificuldades é que o primeiro passo para termos a educação ambiental sendo desenvolvida com qualidade nas escolas, está no investimento do profissional da educação. Para Sampaio e Marin (2004), o salário é um fator que incide pesadamente sobre a precarização do trabalho dos professores, pois a pauperização profissional significa pauperização da vida pessoal nas suas relações entre vida e trabalho, sobretudo no que tange ao acesso a bens culturais.

Além disso, destaca-se a necessidade de maiores atenções voltadas tanto na formação como no plano de carreira do professor, pois dessa forma, será possível motivar esse profissional e muni-lo de recursos para que este esteja realmente preparado para essa evolução da EA. O papel do gestor nesse processo é, portanto, de extrema importância já que é ele que vai direcionar e planejar todo esse processo, juntamente com sua equipe escolar, oportunizando tempo e recursos necessários.

III. PLANEJAMENTO E A PRÁXIS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental deve ser vista e trabalhada de forma mais precisa e intensificada, afim de promover em termos ambientais uma participação e maior envolvimento dos cidadãos. Para tanto, se faz necessário à inserção no currículo nos diversos níveis de ensino do sistema educacional uma disciplina específica que envolva todo o âmbito da EA.

De acordo com Prieto e Bernardes:

Se há consenso sobre a necessidade da problematização das questões ambientais em todos os níveis de ensino, de outro lado, pairam dúvidas quanto à valorização e eficácia da temática ambiental como uma ação educativa de forma transversal e interdisciplinar, especialmente pela falta de gestores e professores qualificados e capacitados para articular esse conjunto de saberes, atitudes e sensibilidades ambientais nas disciplinas existentes (PRIETO E BERNARDES, 2010, p.173).

Apesar da Política Nacional de Educação Ambiental, instituída em 1999 pela Lei n.º 9.795, estabelecer que a educação ambiental deva ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente e de forma transversal e interdisciplinar, o debate sobre a criação de uma disciplina específica é recorrente no meio acadêmico, nas secretarias de educação e nos parlamentos legislativos, o que já levou diversas escolas a adotarem essa medida.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais:

[...] o ser humano faz parte do meio ambiente e as relações que são estabelecidas – relações sociais, econômicas e culturais – também fazem parte desse meio e, portanto, são objetos da área ambiental. [...] Mas é preciso refletir sobre como devem ser essas relações socioeconômicas e ambientais, para se tomar decisões adequadas a cada passo na direção das metas desejadas por todos: o crescimento cultural, a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental (PCN, 1997, p.33).

Sendo assim, o planejamento se torna um dos fatores indispensáveis para a qualidade do ensino, consistindo em elaborar e organizar ações antes do início do seu desenvolvimento. Segundo Schmitz:

Qualquer atividade, para ter sucesso, necessita ser planejada. O planejamento é uma espécie de garantia dos resultados. E sendo a educação, especialmente a educação escolar, uma atividade sistemática, uma organização da situação de aprendizagem, ela necessita evidentemente de planejamento muito sério. Não se pode improvisar a educação, seja ela qual for o seu nível (SCHMITZ, 2000, p.101).

Essas ações devem ser trabalhadas em um formato integrado, visando a participação de todas as áreas de conhecimento, bem como uma contextualização, vislumbrando uma conexão direta com a realidade dos discentes. O tempo designado para os docentes no que diz respeito ao planejamento é um dos fatores que contribui para o insucesso das práticas docentes, pois, atualmente em muitas instituições educacionais, a carga horária destinada para tal finalidade não é suficiente e o planejamento das ações voltadas para uma EA efetiva depende diretamente deste tempo.

IV. EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM AMBIENTES NÃO FORMAIS

Nos dias de hoje, tem-se notado uma preocupação cada vez mais frequente com as questões ambientais. Isso se deve ao fato de que, conforme Aires e Bastos (2011, p. 52) “com a urbanização do mundo começaram a surgir os sinais de que a exploração dos recursos naturais para atender as necessidades humanas impactava o meio ambiente e se constituía em problemas ambientais”.

A conscientização sobre estes impactos vem se tornando um problema recorrente em vários setores sociais. Apesar disso, as questões ligadas diretamente à educação ambiental tem se restringido ao ambiente escolar. Porém, muitos projetos de educação ambiental são pontuais, de iniciativa de alguns professores mais disponíveis e/ou

sensíveis à questão ambiental. O professor Luis Carlos (2012, p. 52), em seu artigo afirma que:

A escola é um espaço privilegiado à formação de cidadãos e ao desenvolvimento de valores que influenciem na aquisição de atitudes adequadas quanto ao consumo e descarte de resíduos, porém, os educadores ainda não conseguem intervir de modo acentuado na educação ambiental, uma vez que não levam em conta as múltiplas facetas da nossa relação com o ambiente.

Numa escola, situada num determinado local geográfico e cultural, deveria ocorrer o envolvimento maior de todos os profissionais que atuam direta e indiretamente com o corpo discente, desde aqueles envolvidos nos serviços gerais até administrativos, pois serão agentes multiplicadores de ações pedagógicas ambientais.

O desenvolvimento da educação ambiental deve contemplar não somente o ambiente escolar, mas também os espaços não-formais de educação, uma vez que estes espaços podem possibilitar a interação direta dos indivíduos com a realidade tornando mais dinâmico o processo de ensino-aprendizagem (LUIS CARLOS, 2012).

Sendo a escola uma instituição historicamente situada num ambiente social, ela sozinha não consegue absorver e responder a todas as demandas sociais. Precisa-se de um compromisso político de toda uma sociedade, representada nas várias outras instituições, como família, associação de moradores, governo, igrejas e ONG's. Nesse contexto, o direito tem papel fundamental, pois normatiza a vida em sociedade tendo em vista o bem-comum. As várias instituições jurídicas por meio do seu papel coercitivo auxiliam e fazem cumprir os vários papéis sociais.

A organização de uma sociedade democrática e participativa tem como princípio o respeito à dignidade da pessoa humana, garantida em nossa Constituição Federal, promulgada em 1988. Dessa forma, evidencia-se o compromisso cidadão que vai se construindo a partir da interação das várias instituições citadas em prol da vida humana e não-humana em todos os seus aspectos.

V. CUMPRIMENTO E EFETIVIDADE DAS POLITICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Quando falamos sobre políticas públicas pensamos logo como instrumentos e ato de execução de ações de políticas educacionais e governamentais, onde são conceituadas, portanto, como instrumentos de execução de programas que intervenha nas estatais para que a sociedade possa ter igualdade de oportunidade, estabelecendo com isso segurança e igualdade entre os cidadãos (BRASIL, 1997).

Com isso, as políticas públicas no Brasil precisam se estabelecer de maneira obrigatória e está voltada a seguir as normas da constituinte e ambientais, devendo ser focalizados sobre direitos previsto, com isso, deve obrigatoriamente estar diretamente voltadas a realizar os designios constitucionais, portando os programas de ação governamental, que devem ser balizados em direitos previstos, ainda que de forma genérica, na Constituição (CAVALCANTI, 1999).

O que se percebe é que hoje em dia as autoridades e os governos são questionados e cobrados, para trazerem algum tipo de solução às necessidades crescentes da demanda

social, não só pela crescente demanda financeira e econômica, assim como, com o resultado de uma participação cada dia maior da sociedade no mundo político.

Cabe ao estado estabelecer o desenvolvimento humano, proteger e incentivar as ações econômicas, este é o seu principal palpe. Agora quando se pensa em questões ambientais e seus direitos, logo vemos uma constituição perfeita, porém falhando em sua aplicação, onde se enquadra um déficit em sua aplicação, trazendo prejuízos e falta de proteção do ambiente e com isso a qualidade de vida.

Percebe-se que os órgãos estatais são pouco equipados para implementar ações públicas ambientais, ou então, estão acuados diante das ações da política pública/administração e o pior podendo ser forçados a ceder diante de interesses de grandes empresas ou interesses econômicos de grupos poderosos tornam-se tolerantes/displícites/condescendentes.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estudo realizado verificou-se a necessidade de uma formação acadêmica do profissional da educação voltada para uma efetiva educação ambiental, onde o educador possa desenvolver uma percepção mais amplificada da realidade da sua região.

O Educador ambiental tem o papel de mediar as interações dos sujeitos com seu meio natural e social. Reconhecer a educação ambiental como uma área de múltiplas possibilidades e empreender uma prática efetiva nessa área é o ideal para esse profissional. Neste contexto, firma-se a necessidade de investir no processo formação do professor, de modo que este busque sustentação teórica, pois o mesmo, através do seu trabalho na escola, tem a capacidade de transpor o senso comum e traduzir para a vida cotidiana as grandes questões que vão além de cuidar do meio ambiente.

Destacou-se, também, a importância das instituições sociais, como família, associação de moradores, governo, igrejas, ONGs e, de forma especial, o direito, como agentes sociais significativos para a construção de uma consciência ambiental que integre e respeite à integridade da vida humana e não-humana na sua plenitude.

VII. REFERÊNCIAS

- AIRES, B. F. C; BASTOS, R. P. Representações sobre meio ambiente de alunos da educação básica de Palmas (TO). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. v. 17, n. 2, p. 353 – 364, 2011.
- BERNARDES, M. B. J.; PRIETO, É. C. Educação Ambiental: Disciplina versus tema transversal. **Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental**: REVISTA DO PPGA/FURG-RS, Uberlândia, MG, v. 24, n., p.173-185, jan./jul. 2010. Semestral.
- BRAGA, E. **A valorização do professor e fator decisivo para uma educação de qualidade**. Disponível em:< <http://www.erasmobraga.com.br/artigos/a-valorizacao-do-professor-e-fator-decisivo-para-uma-educacao-de-qualidade>.> Acesso: 03 de dezembro de 2013.
- BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 1997, 32 p.
- _____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: apresentação dos temas

transversais, ética / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A Importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Athena: Revista Científica de Educação**; Curitiba - PR, v. 10, n. 10, p.49-62, jun. 2008. Semestral. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CAVALCANTI, C. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas Paulo**: Cortez/Fundação Joaquim Nabuco, 1999.

LÉVY, P.; A Revolução contemporânea em matéria de comunicação. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n. 9, p. 37-49, jul./dez., 1998. Semestral.

REIS, L. C. L.; SEMÊDO, L. T. A. S.; GOMES, R. C. **Conscientização Ambiental: da Educação Formal a Não Formal. Revista Fluminense de Extensão Universitária**, Vassouras, v. 2, n. 1, p. 47-60, jan/jun., 2012. Semestral.

SAMPAIO, M. M.; MARIN, A. J. Precarização do trabalho docente e seus efeitos sobre as práticas escolares. **In Educação e Sociedade**, v. 25, nº 89, 2004.

ZAGURY, T. **O professor refém: para pais e professores entenderem por que fracassa a educação no Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Record, 2006.

VIII. COPYRIGHT

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

REFLEXÕES SOBRE A CRIANÇA, O BRINCAR E A EDUCAÇÃO INFANTIL

FERNANDA SIQUEIRA DOS SANTOS^{1,2}; EDMAR REIS THIENGO²;

1 – FACULDADE VALE DO CRICARÉ; 2 – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO - IFES2
fesiqueiras@bol.com.br, thiengo.thiengo@gmail.com

Resumo – Este artigo tem por finalidade apresentar de maneira sucinta parte do referencial teórico da dissertação de mestrado intitulada “A Criança e o Brincar na Educação Infantil: Um olhar sobre a região de Conceição da Barra, Norte do Espírito Santo”. Apresenta a história relacionada a criança, tendo como referencial teórico a obra de Philippe Ariès e ainda, descreve sobre a Educação Infantil e o Brincar, tendo como referência valiosas obras de autores como Vygotsky, Kuhlmann, Kramer, Oliveira, Kishimoto, dentre outros, que abordam a questão da criança e o brincar na Educação Infantil.

Palavras-chave: Criança. Brincar. Educação Infantil.

I. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a história relacionada à criança passou por significativas modificações. No período medieval a criança era vista como um ser sem importância, sem valor, um adulto em miniatura. Deixou de ser considerada como um ser sem características próprias, sem cuidado e atenção, para ser um sujeito de direitos. Mudanças no que diz respeito à concepção, ao social, ao cultural dentre outros foram importantes para que estas crianças fossem consideradas como um ser de direito, um ser de extrema importância que faz parte deste mundo e que será o futuro de nosso planeta.

Historicamente a Educação Infantil sempre teve descaso por parte do poder público e também pela sociedade, tendo em vista que surgiu como uma instituição assistencialista e que tinha como objetivo suprir as necessidades das crianças e das famílias. A necessidade de atender as crianças pobres e as mães que trabalham surgiu com a Revolução Industrial no século XVIII. A partir deste momento, as mulheres deixaram de ser apenas donas de casa e entraram no mercado de trabalho, deixando suas casas, seus filhos e seus maridos.

Com a Revolução Industrial, surgiu um novo modelo de família, e a mulher passou a ter um novo papel social dentro de seu lar. As crianças tiveram de ser deixadas sozinhas em seus lares para que seus pais fossem trabalhar por muitas horas. Surgiu a necessidade de um lugar para deixar as crianças neste período em que os pais trabalhassem e, deste modo, os trabalhadores operários viram a necessidade de se ter um lugar para deixarem os seus filhos, o que possibilitou a criação de espaços para

atender esta demanda emergida pela entrada da mulher no mercado de trabalho.

Mudanças sociais e econômicas neste período fizeram com que instituições especializadas tivessem sua origem. Deu-se início a Educação Infantil a qual hoje se define pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96) como “A primeira etapa da educação básica, tendo como finalidade o desenvolvimento integral da criança de 0 (zero) até 5 (cinco) anos, em seus aspectos físico Psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade”.

Por ser a Educação Infantil uma importante fase na vida das crianças, e analisando o brincar como algo essencial ao ser da criança, faz-se necessário incluí-lo como uma importante ferramenta de aprendizagem para as crianças tendo em vista que o brincar é algo natural do ser humano e é de grande relevância para o desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, além de uma essencial forma de socialização, comunicação e conhecimento, fazendo com que as crianças reproduzam o seu cotidiano de forma lúdica com fantasia e imaginação. Brincar é necessário à criança, é natural da criança. Faz parte do cotidiano das crianças. Neste sentido, deve fazer parte da Educação Infantil.

II. CONCEPÇÃO DE INFÂNCIA E CRIANÇA

O historiador Philippe Ariès traz grande contribuição para o estudo da educação e da infância, quando em seu livro: História Social da Criança e da Família abordou questões acerca da história da infância. Ariès relata que “Até por volta do século XII, a arte medieval desconhecia a infância ou não tentava representá-la. É difícil crer que essa ausência se devesse à incompetência ou à falta de habilidade” (ARIÈS, 1981, p. 50). A infância era desconhecida a ponto que, até o final do século XIII não existia crianças caracterizadas por uma expressão particular e sim homens de tamanho reduzido. A criança era considerada capaz de levar a sua vida por conta própria e assim não mais precisar de sua mãe ou a ama de leite. Este amadurecimento era por volta dos 7 anos de idade quando então a criança dava entrada ao mundo dos homens, participando juntamente das atividades diárias as quais um homem participava.

As crianças eram tratadas como um adulto, sem características e necessidades próprias, um adulto em miniatura. Esta visão da criança como um adulto em miniatura era devido às mesmas desempenharem funções como um adulto e ainda vestir-se e comportar-se como tal, não possuindo nenhum tratamento especial, participando desta maneira de um mundo adulto. Ainda, na arte medieval, observava que as crianças eram retratadas de forma a verdadeiros homens. De acordo com Ariès, esta visão de criança como um adulto em miniatura era vistas nos séculos XIV, XV e XVI.

Ariès referindo-se a criança vista como um adulto em miniatura relata em um pequeno trecho de sua obra que as crianças eram retratadas sem nenhuma característica própria da infância, somente eram definidas e identificadas pelo tamanho que era inferior ao de um adulto.

O modo de como se vestiam, como eram tratadas, do que e como participavam das brincadeiras grosseiras e do falar vulgar, eram vistas se baseando em um adulto. Tudo era permitido e tratado na frente da criança, pois não se acreditavam na diferença de características entre adultos e crianças. A criança não era vista como um ser que necessitasse ser mais criança, e sim deveria ser transformada em um homem capaz de agir, interagir e ter ações voltadas para o trabalho.

No século XIII surgiram alguns tipos de crianças consideradas um pouco mais próxima do sentimento moderno como o anjo que tinha a fisionomia de um rapaz jovem, ou seja, uma criança quase adulta não sendo representada ainda na sua fase inicial da infância. Outro modo segundo Ariès foi o modelo da criança representada através do menino Jesus ou Nossa Senhora Menina. Neste modelo Jesus era representado como um Deus de tamanho reduzido, visto que tinha característica de um adulto e ainda, no início, era também retratado como uma redução do adulto. Nota-se também que até mesmo se tratando de Jesus, este era representado como um Deus, ou seja, com padrão de um adulto, concretizando em mais uma passagem o modo como a criança era vista perante a sociedade.

Outra representação de criança foi na fase gótica onde a criança era representada de forma despida, porém nesta representação a criança aparentava estar coberta de forma ingênua por cueiros ao qual não era frequente na época. A evolução dos traços infantis começou mais cedo na pintura religiosa, no século XII, mas se limitou ao menino Jesus até o século XIV, quando a arte italiana contribuiu para desenvolvê-lo e expandi-lo.

A partir do século XV, a questão da infância sagrada não deixaria mais de se ampliar e se diversificar. Foi somente nos séculos XV e XVI que as crianças se tornaram personagens mais frequentes de pinturas as quais eram protagonistas principais e secundárias deste processo.

Até o século XVII, as crianças não tinham a atenção devida da sociedade, visto que havia alto índice de mortalidade infantil ocasionada por falta de condições necessárias à sobrevivência dos mesmos como saneamento básico e higiene. Neste sentido, a sociedade via a criança como algo substituível, face haver também um alto índice de natalidade. Desta maneira, caso uma criança morresse, havia outra nascendo para então substituí-la. A perda de uma criança era vista como algo natural, não necessitando desta maneira que houvesse lamentos por longos períodos. Segundo ARIÈS, “... as pessoas não podiam se apegar

muito a algo que era considerado uma perda eventual...” (ARIÈS, 1981, p.56-57). Esta perda considerada natural é ainda, devido haver muitas crianças consideradas problemáticas para a época. A infância era sem importância. As mulheres possuíam muitos filhos e a morte de um ou mais um não deveria ser levada em conta.

Até o fim do século XVII as crianças dormiam na cama com os pais. Acontecia que havia muitos óbitos ocasionados pela morte destas crianças. Este fato era conhecido como infanticídio tolerado que era um ato realizado por muitos pais que não queriam mais seus filhos. Os pais dormiam com os filhos e a noite era praticada este ato, deixando as crianças se asfixiarem naturalmente, e nada era feito para salvá-las. Este infanticídio era considerado crime, portanto severamente punido. Dessa maneira acontecia sob a forma de acidente. Deste modo não se havia uma preocupação quanto à vida das crianças. A morte seria consequência de causas naturais não necessitando de um olhar sobre as mesmas. Assim, por longos períodos, a criança não teve voz e nem vez, na sociedade. Sem importância e quase invisível.

Mudanças referentes às concepções de criança e infância foram notadas a partir do século XVI. Neste sentido, do século XVI para o XVII na Europa, iniciou-se a constatação que a criança era um ser diferente do adulto, surgindo um sentimento de paparicação, aguçado pelo encanto, formosura, graça da criança. Desta maneira os adultos se achegavam cada vez mais dos filhos. Este sentimento surgiu no meio familiar e deste modo, a criança tinha um lugar central dentro da mesma. Esse sentimento de paparicação era um pouco distorcido, devido adultos mostrar a outros, as graças das crianças, e assim tinha a criança como uma espécie de distração, como se fossem uns “bichinhos de estimação”.

Assim, observa-se que mesmo com mudanças relativas às concepções de criança, ainda ocorria fatos considerados em desacordo com o atual momento do século XVI e XVII, ou seja, este sentimento de paparicação existente deixava as pessoas terem uma visão de criança em desconformidade com a percepção de um ser desigual ao adulto.

O aparecimento do retrato da criança morta deu-se no século XVI. Este período foi marcado como um importante momento na história do sentimento dado à criança. Esse retrato seria inicialmente uma efígie funerária, ou seja, a criança no início não seria representada sozinha, e sim sobre o túmulo de seus pais. Deste modo, começando pela arte, os séculos XVI e XVII para o reconhecimento da primeira infância foi essencial, tendo em vista que a partir deste momento foi que surgiu a vontade/desejos das famílias em adquirir retratos de seus filhos. Os retratos de crianças sozinhas e o hábito da conservação do aspecto fugaz da infância emergiram. Segundo o historiador Ariès, “*O aparecimento do retrato da criança morta no século XVI marcou, portanto um momento muito importante na história dos sentimentos*” (ARIÈS, 1981, p.58). Este sentimento que Ariès declara em seu livro, indica que as crianças começavam a sair do anonimato e da inexistência deixando de ser considerada como um ser sem valor algum, fazendo parte do seio familiar e assumindo um lugar central dentro da mesma. Foi então no século XVII que o avanço dos temas da primeira infância se tornou considerável e os retratos das crianças sozinhas se tornaram numerosos e comuns. A criança, ou ao menos a criança de boa família, a

partir do século XVII, sendo ela nobre ou burguesa não era mais vestida como um adulto, sendo agora diferenciada, pois seus trajes eram reservados à sua idade.

Por fim, Ariès menciona que no século XVIII, o traje das crianças tornou-se mais folgado e leve, o que leva-nos a considerar que o entendimento sobre este ser pequenino que é a criança estava realmente se modificando, observando até os dias atuais a conquista de caracterização e de direitos em relação à criança. No mais, o historiador francês Philippe Ariès (1914-1984), foi referência quando se busca reconstruir a história da família e da infância. Em sua obra, ele declara que no tempo passado, a criança, assim como a infância, tinha pouca importância, era insignificante, algo passageiro, e que não recebia do mundo adulto atenção. No decorrer dos anos e por influências políticas, sociais e econômicas emergiu políticas que tiveram um olhar sobre a criança e que levasse em conta suas especificidades. Deste modo, fatores diversos como o capitalismo industrial fez com que ocasionasse mudanças ao sentimento da infância, fazendo com que significativas mudanças fossem observadas no decorrer dos anos. Sua obra foi de importância quanto às transformações dos sentimentos da infância, contribuindo para uma maior compreensão da “questão da criança”.

III. O SURGIMENTO DAS CRECHES/PRÉ-ESCOLAS E AO AVANÇO DA EDUCAÇÃO INFANTIL

Rousseau, Pestalozzi e Froebel foram importantes autores que nos séculos XVII e XVIII contribuíram de forma significativa para com a criança. A fim de que a mesma conquistasse um lugar enquanto categoria social, contribuíram para uma nova ideia ou “sentimento de infância”.

Conforme relatado por Ariès e mencionado neste trabalho, a criança era vista como um adulto em miniatura, até que pesquisas e estudos em relação à criança fossem mais minuciosos, dando início a mudanças significativas a respeito da criança e da infância.

Sobre os autores que tiveram significativa importância para a história das instituições da Educação, Kuhlmann enfatiza que:

No campo da história da educação, além da história das instituições educacionais, a história do discurso pedagógico, a partir do estudo de autores como Comenius, Rousseau, Pestalozzi, Froebel, entre outros, traz uma importante contribuição à história da infância (KUHLMANN, 2004, p.18).

Um dos primeiros educadores a se preocupar com a educação de criança foi o alemão Friedrich Froebel (1782-1852) que em 28 de julho de 1840, na aldeia de Blankeburg construiu o primeiro jardim de infância. Froebel foi considerado o pai do jardim de infância, deixando valiosas contribuições para esta fase tão importante do desenvolvimento humano. Os jardins de Infância, chamado também de Kindergarten foi considerado como um estabelecimento educativo. Froebel, simpatizante das ideias de Rousseau e discípulo de Pestalozzi encontrou quando era professor recursos/subsídios para as suas próprias reformas educacionais e suas ideias fizeram com que se iniciasse a reforma da educação pré-escolar.

O primeiro jardim de infância nascido por Froebel tinha como convicção de que residia nos primeiros anos de vida do homem, a chave para o sucesso ou fracasso de seu desenvolvimento pleno. A partir daí Froebel teve a sua vida dedicada a educação pré-escolar, dedicando-se a professores para atuarem na área, entre outros. Conforme Kramer (2000, p.26), Froebel “defendia a ideia da evolução natural da criança e enfatizava a importância do simbolismo infantil”, ou seja, os jardins de Infância seriam um lugar onde as crianças se desenvolveriam espontaneamente.

De acordo com a autora, Froebel tinha em sua proposta educacional uma visão romântica. Esta visão romântica era uma tendência Pedagógica que questionava o ensino tradicional e baseava-se na concepção do desenvolvimento natural. Seus adeptos defendiam um ensino voltado aos interesses da criança e enfatizavam a importância das atividades lúdicas e do jogo. Além disso, atribuíam grande valor ao processo de aprendizagem.

Ainda, sua proposta educacional era pautada em um olhar onde a criança era considerada como uma sementinha de pré-escola, e a professora como jardineira. Se bem adubada e exposta a condições favoráveis, neste caso o meio ambiente, irá desabrochar e se transformará numa árvore capaz de dar frutos saudáveis que perpetuarão sua espécie. Ainda, sua proposta de início foi criada para o atendimento de crianças menos favorecidas, mas, no entanto, se difundiu chegando as camadas mais ricas da sociedade. Com o passar do tempo, os jardins de infância foram conquistando mais seguidores e se difundiram para outros países.

A autora ao enfatizar sobre atividades, jogos, brinquedos, dentre outros, destaca que Froebel tinha a sua proposta voltada para a ludicidade, ou seja, a criança teria no desenvolvimento de suas atividades diárias uma construção significativa e pautada em um aprender brincando. Sonia Kramer (2000, p.26), contribuindo para o pensamento de Oliveira, expõe que “o caráter lúdico é o determinante da aprendizagem da criança”, firmando mais uma vez a importância dada por Froebel a ludicidade.

Expandida na Europa no século XVIII, a Revolução Industrial fomentou alterações nos cenários político-econômicos e sociais Europeu. Neste período da Revolução Industrial, houve a inserção das mulheres para o mercado de trabalho contribuindo para que houvesse a necessidade de um lugar para atender as crianças pobres, filhas das mães e pais operários. A partir deste momento, as mulheres deixaram de ser apenas donas de casa e entraram no mercado de trabalho, deixando suas casas, seus filhos e seus maridos.

O aparecimento da indústria moderna modificou o modelo social vigente, alterando costumes e hábitos das famílias, onde as mães trabalhadoras viam a necessidade de alguém ou algum lugar para que seus filhos ficassem durante as longas jornadas de trabalho. Deste modo, as mães operárias deixavam as crianças com as conhecidas mães mercenárias que optaram em não trabalhar nas fábricas e sim em vender o seu trabalho a fim de cuidar e abrigar os filhos das mães que trabalhavam nas indústrias.

Este fato de crianças ficarem sozinhas ocasionou um nível de mortalidade infantil elevado, acidentes domésticos e desnutrição foram observados.

A preocupação por parte da sociedade face aos problemas existentes da criança aliados a reivindicações e movimentações dos operários de um lugar para deixarem

seus filhos sobre o cuidado de um adulto fez com que as creches surgissem a fim de suprir as necessidades decorrentes da entrada da mulher no mercado de trabalho.

Mudanças sociais e econômicas fizeram com que se desse a origem ao atendimento a crianças face haver uma preocupação constante nesta época com os cuidados da criança pequena. Surgiram as creches que foram criadas para atender a demanda de crianças cujas mães saíam para trabalhar nas fábricas e as deixavam-nas sozinhas em casa, pois os homens também trabalhavam nas indústrias.

A palavra Creche tem sua origem na França em 1844 e significa “manjedoura”, cuja denominação foi dada aos abrigos para bebês necessitados e que começavam a surgir na França no século XVIII em virtude das mães não poderem cuidar de seus filhos face trabalharem nas indústrias. No Brasil, manjedoura é um lugar onde comem os animais assemelhando-se desta maneira, a figura das crianças com a dos animais. Não garantia atendimento a qual uma criança necessitasse e nem mesmo supria as necessidades básicas dos pequenos. Os registros históricos da creche apontam em unanimidade que estes espaços foram criados para cuidar da criança pequena, as quais as mães tinham que sair para o mercado de trabalho, deixando seus filhos sem os devidos cuidados. Deste modo, o caráter assistencial caracterizou este espaço reservado a acolher estas crianças. A creche então é um produto da revolução Industrial face surgir desta necessidade emergente da classe trabalhadora e também do abandono a qual a criança passou.

Fatores econômicos, sociais e históricos decretaram as mais importantes características do modelo tradicional de creche. Deste modo, a creche surgiu para atender as famílias pobres a fim de suprir a necessidade das mães operárias as quais deixavam seus filhos sozinhos em casa. Sua missão era a de uma instituição que os atendessem e a de fazer com que os cuidados básicos necessários a uma criança fossem atendidos, determinando a visão assistencialista que a creche detinha neste período.

Devido a problemas sociais existentes com as crianças, houve a necessidade de um atendimento as crianças fora do seio familiar e em vários países surgiram estas instituições assistencialistas voltadas a atender as crianças cujas mães trabalham. Essas instituições tiveram como os primeiros nomes de: “*garderie*, na França; *asili*, na Itália; *écoles gardiennes*, na Bélgica. Até hoje, *guarderia* é o termo usada em muitos países latino-americanos para referir-se à instituição que atende às crianças com idade inferior a três anos. No Brasil, o termo “guarda da criança” foi utilizado e que traduziu a intenção no começo dessas instituições. (DIDONET, 2001, p.12)

É notório que muitas foram as denominações atribuídas as instituições, porém a sua essência foi a mesma, ou seja ao cuidado, ao assistencialismo com as crianças. As instituições pré-escolares e assistencialistas foram disseminadas internacionalmente a partir da segunda metade do século XIX. No que se refere às primeiras propostas de Instituições pré-escolares no Brasil, no ano de 1899, ocorreram dois fatos que marcaram o período de 1899 a 1922. Fundou-se o Instituto de Proteção e Assistência à Infância do Rio de Janeiro e a Primeira Creche que se tem registro no Brasil denominado “Creche da Companhia de Fiação e Tecidos Corcovado (RJ)”. *A creche foi fundada em 13 de novembro de 1899, cuja finalidade era atender os filhos dos operários* (KUHLMANN, 2011). Essas

instituições foram consequência do movimento operário ocorrido no final do século XIX e início do século XX e tinham como função abrigar, proteger e alimentar os filhos dos operários.

No Brasil e em vários países da Europa o assistencialismo sempre esteve presente o que desencadeou interesses voltados para a superação da pobreza e miséria. A partir da década de 70, é que a importância da educação das crianças pequenas é reconhecida e políticas governamentais surgem ampliando o atendimento em especial das crianças de (0) zero a (6) seis anos. A creche surgiu como uma instituição assistencial que ocupava o lugar da família, nas mais diversas formas de ausência.

Assim como em outros países, o surgimento da creche no Brasil foi para resolver o problema das mães pobres as quais precisavam trabalhar e ajudar na renda familiar. Ainda, a creche foi criada na intenção das famílias pobres não abandonarem seus filhos na “Casa dos expostos” ou “Roda”. Essa instituição tinha como essência, receber as crianças abandonadas nas primeiras idades, cujas mães não tinham opção de deixar os filhos. Porém, a casa de expostos atendia também as mães solteiras que não queriam seus filhos. A “Roda” foi uma das instituições brasileiras de mais longa vida, cumprindo significativo e importante papel a assistência às crianças abandonadas em todo o Brasil. Também, a “roda” foi por mais de um século considerada a única instituição que prestava assistência à criança abandonada do Brasil. Foi no século XX que o Brasil a extinguiu, sendo ele o último país a acabar com esta instituição.

IV. A EDUCAÇÃO INFANTIL NO BRASIL

Praticamente até a chegada do século XIX as crianças no Brasil não possuíam assistência alguma de instituições para cuidar das crianças, não existiam creches ou parques infantis com o objetivo de suprir a falta das mães. A maioria da população vivia no meio rural, eram as famílias de fazendeiros que cuidavam de crianças órfãs abandonadas, que eram em sua maioria filhos de mães escravas ou índias, com o senhor branco. Deste modo, por não haver um lugar para deixar as crianças, criou-se na zona urbana, o mecanismo conhecido como roda dos enjeitados ou roda dos expostos, que consistia num tambor feito de madeira acoplado numa parede, que ali pessoas muitas das vezes pertencentes à elite da época, abandonavam seus recém-nascidos que eram rejeitados, de forma que não eram vistos e reconhecidos por quem estivesse do outro lado das instituições de caridade.

O modo com que se encontrava o atendimento à criança pequena no Brasil modifica-se um pouco na época da abolição da escravatura, a partir da segunda metade do século XIX, no momento em que aumenta a migração para a zona urbana, fazendo surgir mecanismos para um certo desenvolvimento cultural e tecnológico para a proclamação da República. A abolição fez emergir problemas relacionados à infância, como o abandono e também para problemas relacionados ao destino dos filhos dos escravos. Ainda, devido a altas taxas de mortalidade infantil na época anterior ao período da proclamação da República, houve algumas iniciativas isoladas de atendimento as crianças como a criação de entidades de amparo. Essas instituições chamadas creches, asilos e internatos, eram vistas na época

como instituições assemelhadas destinadas a cuidar das crianças carentes.

Essas iniciativas encontradas para tentar resolver os problemas a respeito da assistência aos infantes eram vistas conforme Oliveira (2011), como um discurso de “medicamentação”, o qual atribuía à família culpa pela situação de seus filhos.

Por outro lado, o projeto social de se construir uma nação moderna, parte do ideal liberal existente no final do século XIX que teve como propósito assimilar pela aristocracia do país os preceitos educacionais do Movimento da Escola Nova. Pela influência Norte Americana e Europeia, o jardim de Infância foi trazido ao Brasil e recebido com muito agrado por alguns setores sociais.

Entre políticos da época o conceito de “Jardim de Infância”, gerou muitas discussões ocasionando críticas e defesas. Os jardins de infância eram identificados como salas de asilo francesas as quais eram entendidas como locais de guarda das crianças, e outros defendiam como sendo vantajoso para o desenvolvimento infantil, sob a influência dos escolanovistas. Essa controvérsia de entendimento sobre os jardins de infância tinham como argumentação de que se eles eram destinados aos mais pobres e tinham como fim a caridade, não deveriam, pois, ser mantidos pelo governo.

À medida que este assunto era discutido, eram criados no Rio de Janeiro (1875) e em São Paulo (1877), os primeiros jardins de infância que tinha como responsável entidade privadas. Anos depois, com o desenvolvimento de um programa pedagógico inspirado em Froebel surgiram os primeiros jardins de infância públicos dirigindo seu atendimento a crianças de classes sociais menos favorecidas. Posterior aos debates existentes sobre a criação dos jardins de Infância surgiu algumas posições históricas no que diz a Educação Infantil que iriam se prolongar até hoje, que seria o assistencialismo e uma educação compensatória aos que socialmente eram desfavorecidos. Fazer um plano de um ambiente promotor da educação era meta considerada com dificuldade.

No interior de um cenário de renovação ideológica, a Proclamação da República em 1889 no Brasil, trouxe modificações também para o entendimento de indagações sociais que persistiram a ser tratadas conforme a camada social dos habitantes atendidos. Foi fundado em 1899 o Instituto de Proteção e Assistência à Infância, que precedeu a criação em 1919 do Departamento da Criança cuja atitude governamental decorre de uma preocupação com a saúde pública que acabou por motivar a ideia de assistência científica à infância. Em face disso, ocorreu o surgimento de Escolas Infantis e Jardins de Infância. No entanto, o maior investimento na época estava concentrado no ensino primário, atendendo somente parte da população em idade escolar.

Na década de 20, a crise no sistema político oligárquico então predominante e a expansão das atividades industriais culminaram com uma revolução de características burguesas no país. Em 1922, neste cenário político de extrema importância, surgiu no Rio de Janeiro o Primeiro Congresso Brasileiro de Proteção à Infância. Neste congresso foram discutidas questões como a educação moral e higiênica e o aprimoramento da raça, com ênfase no papel da mulher como cuidadora. Diante desse quadro, surgiram

as primeiras regulamentações de assistência às crianças menores em espaços maternais e jardins de infância.

Alguns pontos foram discutidos no período de reforma do pensamento educacional, dentre este estava à educação pré-escolar que foi instituída como a base do sistema escolar. Tal como ocorria em muitos locais da América latina, como Havana e Santiago, alguns educadores brasileiros, analisando a influência do movimento escolanovista, propuseram a propagação de praças de jogos nas cidades à semelhança dos jardins de infância de Froebel, o que deu origem aos parques infantis arquetizados em muitas cidades do Brasil.

O período de 1930 a 1945 do governo Vargas foi importante, pois reconheceu alguns direitos políticos dos trabalhadores como a prescrição sobre o atendimento de suas crianças que tinha como alvo facilitar a amamentação durante a jornada de trabalho das mães trabalhadoras. Neste período da década de 30 já tinha sido criadas algumas instituições de proteção à infância, porém foi na década de 40 que iniciativas do governo na área inclusive assistencial se prosperaram. O que dominou na época quanto à perspectiva de educação das crianças pequenas foi o higienismo, a filantropia e a puericultura. As creches conforme Oliveira (2011) foi entendida na época como “mal necessário”, sendo planejadas como instituições de saúde e tinha como preocupação a higiene do ambiente físico. Convênios com instituições filantrópicas foram multiplicados com o objetivo de promover o aleitamento materno e assim lutar contra a mortalidade infantil que ainda existia.

O trabalho com as crianças pequenas nas creches era ainda prevalecido na década de 50 como de caráter de assistência e de proteção, pois a preocupação era de cuidar da criança, dar o alimento e ainda cuidar da sua segurança física. O trabalho voltado à educação e ao desenvolvimento do intelecto e afetivo da criança era de pouca valorização. Em um caminho paralelo, algumas classes pré-primárias surgiam em vários centros brasileiros, ocorrendo deste modo de forma desintegrada o atendimento aos pequenos em creche, parques infantis, escolas maternais, jardins de infância e classes pré-primárias. No decorrer dos anos apesar de ser recomendado por textos oficiais que as creches, além dos jardins de infância tivessem o apoio de materiais adequados para a educação das crianças, o atendimento nas creches e parques infantis continuou a ser executado de maneira assistencialista.

No século XX as creches e os parques infantis que davam atendimento as crianças em período integral passaram a ser cada vez mais procurados não somente por operárias e trabalhadoras domésticas, mas também por mulheres que trabalhavam no comércio e funcionárias que exerciam cargos públicos. No início desse período, uma significativa mudança ocorreu. Em 1961, foi aprovada a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 4024/61) que, conforme Oliveira (2011), “*aprofundou a perspectiva apontada desde a criação dos jardins de infância: sua inclusão no sistema de ensino*”.

No começo da década de 60, o quadro social que estava sendo vivenciado, refletia o movimento do contexto econômico e sócio político, o qual foi mudado pelo comando militar instalados no Brasil a partir de 1964, com reflexos em particular sobre a educação dos pequenos em idade menores e como um todo à educação.

V. A LEGISLAÇÃO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A EDUCAÇÃO INFANTIL NO BRASIL

O fim do século XX no Brasil foi uma época marcada por transformações educacionais. Neste período, percebeu-se um aumento para a ampliação para o atendimento à infância. Leis foram criadas para garantir a criança o direito à educação. Dentre estas leis, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961, destinava como mencionado, dois artigos à Educação Pré-Primária a qual trouxe para reflexão questões a cerca da educação das crianças pequenas.

No ano de 1971, a Lei 5.692, de 11 de agosto, trouxe inovação à educação das crianças em idade inferior a sete anos. Em seu artigo 19, parágrafo 2º diz que: *“Os sistemas velarão para que as crianças de idade inferior a 7 anos recebam educação em escolas maternas, jardins de infância ou instituições equivalentes”*. Essa lei de maneira tímida aconselhava para o cuidado e atenção da educação das crianças pequenas e fazia referência as crianças que tinham idade menor de sete anos.

Foi só após a promulgação da Constituição Federal de 1988 que a Educação Infantil teve um importante marco histórico. Foi com a constituição de 88 que se teve um reconhecimento da educação nos espaços das creches e das pré-escolas. Nela, a educação era vista como um direito da criança e um dever do Estado a ser cumprido no sistema de ensino. Deste modo, o direito a educação Infantil foi assegurado e um importante marco histórico para a Educação Infantil surgiu.

A Constituição de 1988 é considerada como marco histórico tendo em vista que esta deixa claro o direito a educação das crianças de 0 a 6 anos e também por haver uma mudança na concepção de creches e pré-escolas que passaram a ser entendidas como instituições educativas, ao invés de assistencialistas. Essas novas concepções trazidas pela Constituição de 1988 foram firmadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/1996 e pelo Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei nº 8.069/1990.

O Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA, Lei nº 8.069 de 1990), reafirma os direitos já pronunciados na constituição de 1988. Em seu artigo 54 inciso 4º assegura à criança de zero a seis anos de idade o direito de atendimento em pré-escolas e creches. Assim, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) surgiu para regulamentar os direitos das crianças enfatizando sobre o inteiro amparo à criança.

No que se refere a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96), a Educação Infantil passou a integrar a Educação Básica, juntamente com o ensino fundamental e o ensino médio. A atual LDB em seu artigo 29 defende a Educação Infantil como primeira etapa da educação básica, tendo como finalidade: *“o desenvolvimento integral da criança de até 5 (cinco) anos, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade”* (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013).

De acordo com a LDB, as instituições que atendem as crianças de 0 a 5 anos são denominadas de creches e pré-escolas e diferenciadas exclusivamente pelo critério etário, ou seja, creches para o atendimento às crianças de 0 a 3 anos de idade e pré-escola às crianças de 4 a 5 anos. Conforme a LDB, a Educação Infantil não é uma modalidade de ensino obrigatória, sendo assim, a implantação de espaços de

Educação Infantil é opcional devendo ser de responsabilidade dos municípios.

A Educação Infantil é importante para o desenvolvimento da criança pequena antes do período obrigatório de escolarização, sendo necessário para que as mesmas consigam se desenvolver melhor na fase inicial de ensino obrigatório nas escolas. Os pequenos que estão inseridos na Educação Infantil recebem maior estimulação e se tornam mais preparados para serem inseridos no ensino obrigatório, tendo um melhor aproveitamento escolar.

Posterior a LDB 9394/96 foi lançado o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI) no ano de 1998 que se refere a creches, entidades equivalentes e pré-escolas. Este referencial é um documento que possui referências e orientações pedagógicas, tendo como objetivo auxiliar o educador na realização do trabalho educativo diário para com a criança pequena. O RCNEI não é um documento obrigatório, mas sim um roteiro para orientar as ações dos profissionais para a educação infantil. Dentre os diversos princípios que norteiam o Referencial são: o respeito aos direitos das crianças e as suas diferenças culturais, sociais, étnicas, religiosas, etc.; o acesso aos bens socioculturais; a socialização através da inserção em práticas sociais, atendimento aos cuidados essenciais a sua sobrevivência e ao desenvolvimento de sua identidade e ainda, o direito ao brincar. No que se refere ao cuidar e ao educar, o RCNEI destaca que estes são elementos indissociáveis da prática da Educação Infantil, ou seja, eles não podem ser separados devendo permanecer juntos.

Entendido desta maneira, a educação infantil deve integrar o educar com o cuidar de forma que estes sejam indissociáveis, complementando e integralizando a educação infantil.

No que se refere à concepção de Criança, o RCNEI ressalta que esta é o “sujeito social e histórico e faz parte de uma organização familiar que está inserida em uma sociedade, com uma determinada cultura, em um determinado momento histórico” (BRASIL, 1998, p.21). É compreendida ainda como um indivíduo singular que raciocina e tem sentimentos de maneiras próprias e se desenvolvem e aprendem na relação com os outros, utilizando várias formas de expressão para significar, ressignificar e criar conhecimentos.

No ano de 2006, o governo cria os Parâmetros Nacionais de Qualidade para a Educação Infantil contendo referências de qualidade para a Educação Infantil a serem utilizadas pelos sistemas educacionais, por creches, pré-escolas e centros de Educação Infantil, que promovam a igualdade de oportunidades educacionais e que levem em conta diferenças, diversidades e desigualdades de nosso imenso território e das muitas culturas nele presentes (BRASIL, 2006, p.3). Os Parâmetros Nacionais de Qualidade para a Educação Infantil (2006) trata da questão da relação entre o cuidar e o educar afirmando que as propostas pedagógicas das escolas de Educação Infantil devem impulsionar práticas de cuidado e educação integrando os aspectos emocionais, afetivos, físicos, cognitivos, linguísticos e sociais compreendendo a criança como um ser completo.

VI. A COMPREENSÃO DO BRINCAR

Muitos são os autores que consideram o brincar como algo essencial e importante ao ser humano. Deste modo, falar sobre o brincar na Educação Infantil requer uma reflexão sobre algumas obras de autores como Kishimoto, que traz significativas contribuições, reflexões e definições feitas sobre o brincar na perspectiva de Froebel e Vygotsky. Ainda, para contribuir e enriquecer o tema aqui estudado, documentos como o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil, foi importante, contribuindo com definições a cerca do brincar e enriquecer o tema aqui pesquisado.

Nos tempos passados, as crianças participavam dos mesmos entretenimentos dos adultos. Toda a população participava dos festejos e brincadeiras. O jogo era considerado como lazer, como diminuição de tensão necessário às atividades que demandam esforço físico, intelectual e escolar. Deste modo, por longo período, o jogo infantil fica restringido à recreação e considerado “não sério”, por ser associado ao jogo de azar do qual era muito praticado na antiguidade.

Durante o Renascimento, a brincadeira era vista como um ato livre do qual favorecia o desenvolvimento da inteligência e auxiliava o estudo. Deste modo, foi adotada como um mecanismo de aprendizagem de matérias escolares, como um instrumento de ensino.

É dentro da representação do Romantismo que o jogo surge como um ato típico e voluntário da criança, sendo considerado como uma forma de expressão. Com seu pensamento poético do mundo, o Romantismo reconhece na criança um ser com característica boa, uma criatura em desenvolvimento com características próprias, um ser que brinca e imita, munido de naturalidade e liberdade. O Romantismo caracteriza no pensamento da época um novo lugar para a criança e seu jogo, possuindo como representantes pensadores e educadores que ponderam o jogo como conduta natural, livre e mecanismo de educação da primeira infância.

Kishimoto (2012) aborda em seu livro uma concepção de brincar empregada por Froebel e diz que o brincar é a etapa mais importante da infância. Deste modo, o autor considera que é na infância que o brincar exerce um papel fundamental para o seu crescimento. Froebel aponta uma concepção da qual o brincar é caracterizado como uma atividade representativa, como prazer, como uma seriedade do brincar.

Ainda, segundo Kishimoto (2012), “*As obras de Froebel despertam o interesse pela auto-atividade da criança, liberdade de brincar e expressar tendências internas e pelo jogo como fator de desenvolvimento integral da criança*” (KISHIMOTO 2012, p.71). De acordo com a autora, Froebel considera que a criança possui por si só um atrativo para o brincar e considera também o jogo como um elemento de crescimento completo da criança e um meio importante para o ser pequeno que é a criança.

Desde os tempos passados, até na atualidade, o ato de brincar está presente em todas as épocas, pois o brincar é algo natural, faz parte da natureza humana, do ser humano, do seu dia a dia. É por meio do brincar que a criança irá se desenvolver, e é por essa razão que brincar é essencial para suas vidas. É brincando que a criança tem uma fundamental maneira de se comunicar.

Muitos teóricos reconhecem o brincar como um mecanismo importante no desenvolvimento da criança, enfatizando que o brincar é uma característica da criança. Consideram o brincar como uma fase mais importante da infância e um dos elementos pelos quais a criança vive. É no brincar que se inserem significativas funções, capazes de ajudar as crianças em seu desenvolvimento, em sua aprendizagem em sua relação com o meio do qual a criança esta inserido tendo em vista que a maior parte do tempo de uma criança é dedicada ao brincar. A criança ao brincar, adquire e se apropria de suas potencialidades edificando e desenvolvendo autoconfiança, possibilitando seu desenvolvimento. Para qualquer idade, o brincar é uma experiência imprescindível, em especial para os pequenos da Educação Infantil.

Para complementar a concepção de brincar, de acordo com o dicionário Aurélio (2003), brincar é “*divertir-se, recrear-se, entreter-se, distrair-se, folgar*”, também pode ser “*entretê-lo com jogos infantis*”, ou seja, brincar é algo que está vigente em nosso cotidiano, em nosso meio, em nossas vidas.

VII. A BRINCADEIRA NO DESENVOLVIMENTO INFANTIL E SUA FUNÇÃO SEGUNDO VYGOTSKY

Muitos teóricos, no passar do tempo reconhecem o brincar como um recurso de significativa importância para o desenvolvimento da criança. Vygotsky emprega o termo “brinquedo” em um sentido abrangente, referindo principalmente ao ato de brincar.

Brincar faz parte da realidade do dia a dia das crianças, e para que elas brinquem, é bastante que não sejam impedidas de praticar sua imaginação. A fantasia faz com que a criança relaciona seus interesses e suas necessidades com a realidade de um mundo que a minoria das pessoas conhece. É o mecanismo que a criança tem para relacionar-se com o mundo dos adultos. A capacidade de imaginação, de fazer planos e de apoderar-se de novos saberes aparece nas crianças por meio do brincar.

Brincar é uma forma de comunicação importante. É por meio deste, que a criança pode apresentar o seu dia a dia. O processo de aprendizagem da criança é possibilitado por meio do ato de brincar tendo em vista que facilita a construção da reflexão, da autonomia e da criatividade determinando uma relação entre o jogo e a aprendizagem. Para Vygotsky (1988), aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro ano de vida, ou seja, antes mesmo da criança frequentar a escola ela possui um conhecimento. Deste modo, as situações de aprendizado das quais as crianças interpretam nos estabelecimentos escolares já tem uma história anterior, ou seja, a criança já se defrontou com alguma coisa da qual pode extrair experiências.

Vygotsky acredita que o brinquedo é uma interessante fonte de promoção de desenvolvimento e ressalta que embora analise o desenvolvimento do brinquedo é especialmente na brincadeira de faz-de-conta e no jogo de papéis que especialmente seus trabalhos foram dedicados. Para Vygotsky (2003), o brinquedo não é o aspecto predominante da infância e sim um fator muito importante para o seu desenvolvimento, ou seja, o brinquedo não é o aspecto principal da infância, porém é de muita significância para o seu desenvolvimento.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao passar dos anos, a questão da criança passou por significativas e consideráveis mudanças. Deixou de ser um indivíduo sem direitos para ser considerada um sujeito de direitos. Diversos pensadores no campo da educação contribuíram de valiosa forma para que mudanças relevantes fossem feitas na história da Educação, fazendo com que houvesse uma valorização da criança como um ser social.

No que se refere ao brincar, este não pode ser visto como só diversão e passatempo, pois é no brincar que a criança irá se desenvolver fisicamente e intelectualmente. Terá um desenvolvimento motor e emocional. Ao brincar a criança irá aprender diferentes formas de estar no mundo. Brincar é coisa séria e toda criança deve ter este direito. Além deste direito ser garantido por lei, ele deve fazer parte da rotina da criança. "Brincar é uma realidade cotidiana na vida das crianças, e para que elas brinquem é suficiente que não sejam impedidas de exercitar sua imaginação" (MEC, 1991, p. 86). É através do brincar que a criança irá se desenvolver. É por meio deste, que a criança irá se comunicar, se expressar de maneira mais significativa e adquirir novos conhecimentos.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIÈS, P. **História social da criança e da família**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1981.
- BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Lei nº 8069, de 13 de julho de 1990.
- _____. BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.
- _____. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Política de educação infantil: proposta**. Brasília, DF: MEC/SEF/COEDI, 1993.
- _____. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- DEL PRIORE, M. (org). **História das crianças no Brasil**. São Paulo: Contexto, 1992.
- DIDONET, Vital. Creche: a que veio, para onde vai. In: **Educação Infantil: a creche, um bom começo**. Em Aberto/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. v 18, n. 73. Brasília, 2001.
- FERREIRA, I.L.; CALDAS, S.P.S. **Atividades na Pré-escola**. 14ª ed. São Paulo: Saraiva, 1991.
- FREITAS, M.C.de. (org). **História Social da Infância no Brasil**. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- HOLANDA FERREIRA, Aurélio Buarque de. **Novo dicionário Aurélio**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2003.
- KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 1994.
- _____. T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1999.
- KRAMER, S. **A política do pré-escolar no Brasil**. A arte do disfarce. 9ª ed. Rio de Janeiro: Cortez, 2011.
- _____. **Com a pré-escola nas mãos**. Uma alternativa curricular para a educação infantil. São Paulo: Ática, 1991.
- KUHLMANN Junior, Moysés. **Infância e Educação Infantil uma abordagem histórica**. 7ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2004.
- _____. **Infância e Educação Infantil uma abordagem histórica**. Porto Alegre: Mediação, 2011.

OLIVEIRA, Z. M. R. de. **Educação Infantil: muitos olhares**. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VYGOTSKY, L. S. Interação entre aprendizado e desenvolvimento. In: **A formação social da mente**. 4ªed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

X. COPYRIGHT

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

DIFERENTES OLHARES DA POLÍTICA SOCIAL: ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DAS ORGANIZAÇÕES

WELLINGTON ALVIM DA CUNHA¹; REINALDO ANTÔNIO BASTOS FILHO²;
EDSON ARLINDO SILVA

1-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; 2-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
wellington.alvim@ufv.br; reinaldinhogestorufv@hotmail.com

Resumo - As políticas sociais têm sua trajetória marcada por diferentes concepções e visões paradigmáticas. A literatura sobre esta política é numerosa e variada, onde a compreensão em torno da intervenção do Estado na área social, além de extensa, não apresenta consenso conceitual. Nesse sentido, objetivou-se nesse ensaio teórico fazer uma análise da política social a partir dos diferentes paradigmas das ciências sociais frente às similaridades dos pressupostos sobre a natureza da sociedade proposto por Burrell & Morgan (1979). Nesta perspectiva, efetuou-se um levantamento bibliográfico apresentando diversos entendimentos conceituais. Verificou-se que as políticas sociais são relacionadas a diversas abordagens teóricas de estudo, destacando: a dos serviços sociais, a teoria da cidadania, o funcionalismo, a teoria da convergência, o marxismo e neomarxismo, porém todos os conceitos resumem-se em dois polos distintos de análise da sociedade: a sociologia da regulação e a sociologia da mudança radical. Em termos gerais, cada paradigma enfatiza um elemento em particular que interfere no entendimento das políticas sociais. As políticas sociais da contemporaneidade têm predominância da sociologia da regulação e há um núcleo comum em sua argumentação, núcleo esse que diz respeito aos impactos do processo de industrialização sobre a população e as formas de intervenção e atuação do Estado.

Palavras-chave: Políticas Sociais. Paradigmas. Análise de Sociedade

I. INTRODUÇÃO

As políticas sociais têm sua trajetória marcada por diferentes concepções e visões paradigmáticas. A literatura sobre política social é ampla e variada, onde a compreensão em torno da intervenção do Estado na área social, além de numerosas, não apresenta concordância conceitual. Mas apesar da diversidade de perspectivas, a política em questão é geralmente compreendida como “ação do governo com objetivos específicos” (RIBEIRO, 2005). Para Marshall, citado por Santos (1987) a “política social é um termo largamente usado, mas que não se presta a uma definição precisa”.

Além disso, constatam-se mudanças importantes no direcionamento das políticas sociais em diversos momentos históricos, que se pautaram desde o enfoque assistencialista ao econômico-financeiro. No decorrer da história podem ser observadas posturas paradigmáticas diferenciadas no atendimento das demandas sociais e também na formulação de políticas sociais.

Paralelamente a esse contexto, Burrell & Morgan (1979) tem a visão que a Teoria Organizacional pode ser observada por diferentes paradigmas de realidades alternativas, analisadas por meio de quatro visões amplas de mundo, que por sua vez são ligadas a uma rede de escolas de pensamento. Assim, objetivou-se nesse presente ensaio teórico uma análise conceitual da política social com as similaridades dos paradigmas da natureza da sociedade (sociologia da regulação e da sociologia da mudança radical) proposto por Burrell & Morgan (1979). Desse modo, buscou-se responder a seguinte indagação: **qual a relação da visão epistemológica de política social no âmbito da natureza da sociedade proposto por Burrell e Morgan?**

Partindo desta indagação, apresentam-se na sequência, as seguintes seções: introdução, em seguida os paradigmas postulados por Burrell & Morgan no contexto dos estudos organizacionais, as visões de política social, as inter-relações das visões paradigmáticas de política social no âmbito dos pressupostos sobre a natureza da sociedade e por fim as considerações finais.

II. OS PARADIGMAS NO CONTEXTO DOS ESTUDOS ORGANIZACIONAIS

Dentro do contexto da Teoria das Organizações, as discussões sobre paradigmas ganham evidência quando Burrell & Morgan em 1979 classificou as pesquisas organizacionais em quatro perspectivas diferentes, conforme Figura 1.



Figura 1 - Quatro paradigmas para análise da Teoria Social
Fonte: Burrell & Morgan (1979)

Para Burrell & Morgan (1979), os paradigmas são visões da realidade social, ou seja, conjunto de formulações metateóricas sobre as quais é desenhado um quadro de referência que define uma visão de mundo partilhada por uma comunidade de cientistas (ANDION, 2012). A Figura 1 classifica os paradigmas em diferentes pressuposições metateóricas sobre a natureza da ciência e da sociedade, sendo elas respectivamente: a dimensão subjetivo-objetiva e a dimensão da mudança radical ou regulação. Cada um dos paradigmas representa uma rede de escola de pensamento, onde possuem diferentes abordagens e perspectivas, mas que compartilham pressupostos comuns quanto à natureza da realidade (BURRELL e MORGAN, 1979). Andion (2012) observa as formulações propostos na figura 1 fazem referência à natureza da ciência (objetiva ou subjetiva); a realidade social (regulação ou mudança social) e à natureza humana (determinista ou não determinista).

O paradigma funcionalista, que no campo dos estudos organizacionais é predominante, baseia-se na presunção de que a sociedade tem existência concreta e real (MUNCK, L; SOUZA, R. B, 2010, ANDION 2012), produzindo um estado de coisas ordenado e regulado (ANDION, 2012). Parte do pressuposto de uma ciência social objetiva e isenta, com distanciamento do cientista e com funções fundamentalmente reguladora e prática, de maneira que produza conhecimento empírico útil (BURRELL e MORGAN, 1979). Paralelamente, o paradigma interpretativo baseia-se na natureza da ciência subjetiva onde a realidade social não existe em sentido concreto, sendo produto da experiência subjetiva e intersubjetiva dos indivíduos. Do mesmo modo do funcionalista a abordagem interpretativista parte do pressuposto que há uma ordem e um padrão implícito no mundo social, porém, o mundo social é visto como um processo social emergente criado pelos indivíduos envolvidos (MORGAN, 2005). Enfim, um sistema de interpretação é uma atividade complexa, mas é um processo pelo qual se dá sentido as informações e se decidem as ações (DAFT e WIECK, 2007, p. 253).

O paradigma humanismo radical, assim como o interpretativista tem um ponto de vista subjetivista, onde a realidade é socialmente criada e sustentada, porém análise da realidade é vinculada a alguma coisa. Morgan (2005) chama atenção para o fato que o humanismo radical “pode ser influenciado por processos psíquicos e sociais que canalizam, restringem e controlam as mentes dos seres humanos de maneira a aliená-los em relação às potencialidades inerentes à sua verdadeira natureza de humanos” (MORGAN, 2005, p.16).

Por fim, o paradigma estruturalista radical do mesmo modo que o humanismo radical fundamenta-se na visão societária de uma força dominadora, porém ligada a uma visão objetiva do mundo, definido por estruturas sólidas, concretas e ontológicas reais (MORGAN, 2005).

Portanto, revelam-se neste contexto que as duas análises da sociedade (mudança radical e regulação) e as quatro visões paradigmáticas propostos por Burrell e Morgan (1979) definem diferentes visões de mundo, e que tem perspectivas diferentes nas pesquisas organizacionais.

III - AS VISÕES PARADIGMÁTICAS DE POLÍTICA SOCIAL

O conceito de política social é variado e complexo. As concepções dentro da literatura não apresentam consenso conceitual. Santos (1987, p. 35), afirma que:

Política Social é um termo largamente usado, mas que não se presta a uma definição precisa. O sentido em que é usado em qualquer contexto particular é em vasta matéria de conveniência ou de convenção [...] e nem uma, nem outra, explicará de que trata realmente a matéria.

Demo (1994) observa que a política social pode ser compreendida, a partir do ponto de vista do Estado, como proposta planejada de enfrentamento das desigualdades sociais, e que, por trás dessa política, existe a questão social, definida sempre como “a busca de composição pelo menos tolerável entre alguns privilegiados que controlam a ordem vigente, e a maioria marginalizada que a sustenta” (DEMO, 1994, p. 14).

Nos estudos das Ciências Sociais as políticas sociais configuram um campo do conhecimento definem seus conceitos mediante abordagens semelhantes. Diante da diversidade de conceitos de políticas sociais, Vianna (2002, p. 1) ressalta que por, “[...] mais que rigor absoluto no conceito, é importante considerar o caráter político, circunstancial e histórico. Vale dizer que as relações entre Estado, mercado e sociedade que orientam tais decisões”.

Desse modo, tem se o entendimento de que política pública é ação governamental com objetivos ou ação governamental com objetivos específicos relacionados à proteção social (VIANNA, 2002).

Dentro desse contexto, os estudos das políticas sociais assim como os estudos organizacionais se orientam por várias teorias, metodologias, diferentes pressupostos da natureza da sociedade e vários paradigmas. Na visão de Coimbra (1987), as políticas sociais são relacionadas a várias abordagens teóricas, dentro de diversas perspectivas: a dos serviços sociais, a teoria da convergência, a teoria da cidadania, o funcionalismo, o marxismo e o neomarxismo.

Quadro 1 – Principais concepções de Política Social

| Concepções de Política Social | |
|---|--|
| Teoria da convergência | Defende que o Estado passou a garantir um padrão mínimo de vida quando as instituições que tradicionalmente desempenhavam esse papel perderam a capacidade para desempenhá-lo. Argumenta que todas as nações industrializadas, independentemente da história e cultura, teriam convergido para determinados aspectos básicos de proteção (WILENSKY, 1965; FARIA 1998). |
| Perspectiva dos serviços sociais | Defende que a adoção de políticas sociais decorre, em grande parte, dos problemas decorrentes da industrialização, que acarretou a especialização dos trabalhadores e os tornaram dependentes da sociedade. As implicações da industrialização fragilizam as formas tradicionais de proteção social, tais como a família e a solidariedade (TITMUSS, 1974). |

| | |
|----------------------------|--|
| Teoria da cidadania | Concentra-se na análise do desenvolvimento dos três componentes da cidadania moderna – direitos civis, políticos e sociais. Sendo que a política social faz parte do componente de cidadania social (MARCHALL, 1967). |
| Funcionalismo | Defende que a política social é discutida como um elemento sistêmico que opera no contexto da reprodução social e econômica funcionando como um agente regulador que possibilita a reprodução do sistema social (BOTTOMORE e OUTHWAITE, 1996; MELO, L. V.; SILVA, J.O, 2010). |
| Neomarxismo | Defende que Estados capitalistas criam as políticas sociais buscando se legitimar perante os respectivos povos, visando garantir a continuidade do sistema econômico. Essa legitimidade é assegurada pela transformação de uma parte do excedente econômico nos mecanismos redistributivos do Estado do Bem-Estar. No entanto, ela não é solução das desigualdades que é intrínseca ao mundo baseado na exploração do capital sobre o trabalho (OFFE, 1984). |
| Marxismo | No marxismo há uma descrença da conjunção de bem estar e Estado capitalista. Marx reconhece a capacidade da classe trabalhadora para buscar melhorias de condições de vida, porém ressalta o caráter limitado dessas conquistas, pois as conquistas são incapazes de promover o bem estar global dos trabalhadores e suas respectivas famílias (LINHARES, F., 2005). |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Coimbra (1987)

Como se observa no quadro 1 existem diferentes concepções e visões paradigmáticas em relação à política social. Coimbra (1987) relata que a maior parte das correntes são marcadas pela preocupação da defesa ou ataque, quantificação e comparações a modelos internacionais do que propriamente por uma intenção interpretativa voltada para a compreensão das origens e transformações sofridas pelas políticas sociais.

Apesar das profundas divergências entre as teorias, existem concordâncias reconhecidas por Coimbra (1994, p.72), de:

[...] dois tipos polares, um genericamente chamado “individualismo” ou “liberalismo”, claramente derivado da teoria econômica clássica, e outro que podemos designar “coletivista” ou “socialista”, umbilicalmente ligado ao pensamento de Marx.

Porém, a análise de Coimbra existe lacunas quanto a visão dos paradigmas e natureza da sociedade. O autor não aprofunda no quesito de natureza pressuposições metateóricas, focando mais no combate à pobreza. Assim, dada a distinção restrita apontada por Coimbra, buscaremos distinguir as políticas sociais a partir de tipologias relevantes na perspectiva de análise da sociedade e levantaremos novos elementos importantes para a discussão.

Chega-se, desta forma, a uma classificação mais clara e objetiva da interpretação da concepção de políticas sociais, sendo: a sociologia da regulação e a sociologia da mudança radical, conforme a visão da figura abaixo:



Figura 2 - Análise de sociedade no campo dos estudos das políticas sociais
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Burrell & Morgan (1979) e nos outros autores citados.

Como se observa na Figura 2 percebe-se a diversidade epistemológica de política social, porém divididos em dois polos distintos.

O campo de análise Teoria da Convergência reconhece que o Estado teria assumido a função de garantir determinados padrões mínimos de vida porque instituições tradicionais, como a família, haviam perdido a capacidade de suprir as necessidades dos indivíduos mais vulneráveis (FARIA, 1998). Nesse processo, a industrialização teria criado novas demandas de intervenção do Estado, uma vez que a família não podia mais exercer suas funções tradicionais e o novo processo econômico produtivo provocara a marginalização de determinados grupos de indivíduos. A ideia central dessa tese é que o crescimento econômico e seus resultados demográficos e burocráticos são a causa fundamental da emergência das políticas sociais. Argumenta-se, também, que os países industrializados, independentemente de sua história e cultura, teriam convergido para o atendimento de determinados aspectos básicos de proteção social. A perspectiva da Teoria da Convergência interpreta as políticas sociais como requisito e consequência da economia capitalista e da democracia moderna (WILENSKY, 1965).

A perspectiva dos Serviços Sociais proposto por Titmuss (1974), afirma que o processo de industrialização desestabiliza as instituições tradicionais de proteção social. O individualismo entra em cena em substituição as solidariedades da família e da comunidade, estimulados pelo modo de produção industrial. Com isso, a proteção social, antes exercida através das relações familiares e da caridade, é transferida para o Estado, que institucionaliza os serviços sociais, com a intenção de atender as necessidades crescentes originadas pela divisão do trabalho, a qual é inerente ao processo de industrialização. Ou seja, às políticas sociais é fruto do desenvolvimento do capitalismo. A teoria proposta por Titmuss difere da Teoria da Convergência por ressaltar que as necessidades atendidas pelas políticas sociais são determinadas pela cultura de cada país, assim cada povo definiria suas próprias necessidades e políticas (TITMUSS, 1974).

A teoria da Cidadania defendida por Marshall baseia-se na ideia da ampliação progressiva da noção de cidadania (MARSHALL, 1967). Segundo Coimbra (1994, p.81), o conceito de cidadania é um conjunto de direitos que se pode subdividir em três blocos: os direitos civis, os direitos políticos e os direitos sociais. Marshall (1967) elaborou uma cronologia de evolução desses direitos analisando o contexto Inglês, afirmando que os direitos civis foram conquistados no século XVIII, os direitos políticos no século XIX e os direitos sociais ao longo do século XX.

Na concepção Funcionalista política social é marcada principalmente como um elemento sistêmico que opera no contexto da reprodução social e econômica, funcionando como um agente regulador que possibilita a reprodução do sistema social. Dessa forma, contribuem para o melhor funcionamento das relações capitalistas, gerando assim harmonia social (BOTTOMORE e OUTHWAITE, 1996; MELO L. V.; SILVA, J.O, 2010).

No tocante a concepção Marxista, a política social pode ser interpretada e estudada sob a vertente da teoria crítica. É importante destacar que, dentro do marxismo, na perspectiva da compreensão das políticas sociais, não existe um entendimento único, ou seja, existe um campo plural de ideia sob o prisma da mudança radical. No marxismo clássico há uma descrença da conjunção de bem estar e Estado capitalista. Marx reconhece a capacidade da classe trabalhadora para buscar melhorias de condições de vida, porém ressalta o caráter limitado dessas conquistas, pois as conquistas são incapazes de promover o bem estar global dos trabalhadores e suas respectivas famílias. Dessa forma, a análise marxista de políticas sociais parte do pressuposto da desnaturalização do bem estar na sociedade capitalista, ou seja, as políticas sociais não garantem o bem estar social (LINHARES, 2005).

Por fim, a visão Neomarxista segundo Offe (1984), destaca que as origens da política social partem de um processo de mediação estratégica estatal entre interesses conflitivos, defendendo, assim:

[...] a tese de que para a explicação da trajetória evolutiva da política social, precisam ser levadas em conta como fatores causais concomitantes tanto exigências quanto necessidades, tanto problemas da integração social quanto problemas da integração sistêmica, tanto a elaboração política de conflitos de classe quanto à elaboração de crises do processo de acumulação (OFFE, 1984, p. 36).

Partindo desta afirmação, Offe considera que as políticas sociais resultam da compatibilidade das estratégias pelas quais o Estado (aparelho de dominação política) responde às exigências e às correlações de força da sociedade (sistema capitalista).

A relação do sistema capitalista com reprodução da vida social, O'Connor (1977), compreende que o Estado capitalista desempenha duas funções básicas e contraditórias: acumulação e legitimação. Nesse contexto, o autor, afirma que:

[...] o Estado deve tentar manter, ou criar, as condições em que se faça possível uma lucrativa acumulação de capital. Entretanto, o Estado também deve manter ou criar condições de harmonia social. Um Estado capitalista que empregue abertamente sua força de coação para ajudar uma classe a acumular capital à custa de outras classes perde sua legitimidade e, portanto, abala a base de suas lealdades e apoios. Porém, um Estado que ignora a necessidade de assistir o processo de acumulação de capital arrisca-se a secar a fonte de seu próprio poder, a capacidade de produção de excedentes econômicos e os impostos arrecadados deste excedente (O'CONNOR, 1977, p. 19).

Assim, na visão Neomarxista, a pobreza e aos programas sociais governamentais de proteção social, são próprios para legitimação do sistema capitalista, onde os projetos, serviços e gastos sociais que são aplicados para se manter a coesão social, funcionando assim como legitimadoras do Estado. Sendo assim, a história do capitalismo para O'Connor, é, também, a história das políticas assistenciais do Estado, ou seja, das políticas sociais do Estado. Como exemplo de tais despesas, destaca o caso brasileiro do Bolsa Família e o seguro desemprego, projetados na visão Neomarxista como reguladores e legitimadores do sistema (RIBEIRO, 2005).

Por fim, frente às características apontadas acima, vale destacar que devido ao grande volume da produção sobre essa temática, utilizou-se de uma bibliografia restrita, porém de referência qualitativa para maioria dos estudiosos do campo.

IV. AS INTER-RELAÇÕES DAS VISÕES PARADIGMÁTICAS DE POLÍTICA SOCIAL NO ÂMBITO DOS PRESSUPOSTOS SOBRE A NATUREZA DA SOCIEDADE

São muitas tentativas nas ciências sociais em delinear as diferenças que separam os vários paradigmas e os pressupostos sociológicos que elas refletem (BURREL & MORGAN, 1979). Encontra-se em Dahrendorf (1982) e Lockwood (1977) a distinção entre as abordagens à sociologia que se concentraram em esclarecer a natureza da ordem e do equilíbrio social por um lado, e daquelas que tinham mais a ver com problemas de mudança e conflito nas estruturas sociais por outro. Conforme quadro abaixo:

Quadro 2 – Teorias de sociedade

| Teorias da sociedade | |
|---|---|
| Ordem | Conflito |
| Estabilidade Integração Coordenação Funcional Consenso | Mudança Conflito Desintegração Coerção |

Fonte: Adaptado Dahrendorf (1982) e Lockwood (1977)

O quadro 2 evidencia diferentes abordagens das teorias da sociedade, onde expressões “ordem” e

“conflito” são respectivamente para Burrell & Morgan (1979) “regulação” e “mudança radical”. As teorias da ordem são bem mais numerosas do que as do conflito (BURRELL e MORGAN, 1979).

Quanto aos estudos organizacionais, percebe-se que a análise paradigmática encaixa-se em duas visões distintas de natureza da sociedade, seja pela regulação ou pela mudança radical. Partindo da análise dos paradigmas, Burrell & Morgan (1979) procuram estabelecer uma referência entre a regulação e o conflito estrutural. Desta forma, utiliza-se de concepções associadas à sociologia da regulação e à sociologia da mudança radical. Nesse contexto, a sociologia da mudança radical é o campo de estudos interessado essencialmente com a emancipação do homem de suas estruturas, que limitam e impedem seu potencial de desenvolvimento, contrapondo assim com a sociologia da regulação no que se refere à natureza da sociedade (BURRELL e MORGAN, 1979). Segundo Deetz, a meta central da teoria crítica nos estudos organizacionais tem sido criar sociedades e lugares livres de dominação (ALVESSON e DEETZ, 1999). Por outro lado, a sociologia da regulação refere-se à vertente teórica que estão primordialmente interessados em prover estudos da sociedade enfatizando unidade, ordem e coesão (BURRELL e MORGAN, 1979).

Titmuss (1974) observa que há dificuldade de se definir política social, baseando no fato de que, por trás de cada definição, existem ideologias, valores e perspectivas teóricas competitivas. Assim, não há política neutra, nem mesmo a social, o que coloca de pronto, a necessidade de se eleger a perspectiva teórica pela qual a compreensão da política social deverá se pautar (PEREIRA, 2008.p.165).

A partir da análise das visões de políticas sociais sobre a natureza da sociedade, pode-se concluir que as perspectivas dos serviços sociais, a teoria da convergência, a teoria da cidadania, o funcionalismo encaixam na perspectiva da sociologia da regulação e o marxismo e o neomarxismo na sociologia da mudança radical. Vale destacar, que há um predomínio da sociologia da regulação, existindo um núcleo comum nas argumentações, núcleo esse que diz respeito aos impactos do processo de industrialização sobre a população e as formas de intervenção e atuação do Estado.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este ensaio teórico teve por objetivo discutir os vários elementos que interferem nas políticas sociais a partir de diferentes abordagens teóricas dos pressupostos sobre a natureza da sociedade. A compreensão da política social está associada a distintas visões da realidade social, onde a sociedade é marcada pelo contexto de sucessivas mudanças e os mecanismos adotados pelas organizações devem ser capazes de acompanhar esse processo. Neste contexto, foi possível constatar que as políticas sociais assim como os estudos organizacionais são refletidos e debatidos a partir das contribuições de diversos paradigmas para compreensão da realidade social, onde as mesmas possuem características e métodos singulares.

Em termos gerais, cada paradigma enfatiza um elemento em particular que interfere no entendimento das políticas sociais. Assim, pode-se entender que a relação da visão epistemológica de política social no âmbito da

natureza da sociedade proposta por Burrell e Morgan refere-se na divisão do campo das políticas sociais em dois campos distintos, a sociologia da regulação e a sociologia da mudança radical. Percebeu-se que não há concordância em torno da concepção epistemológica do termo política social, no qual são discutidos sob diferentes perspectivas teóricas, adquirindo distintos sentidos. As políticas sociais da contemporaneidade têm predominância da sociologia da regulação e percebe-se que há um núcleo comum em sua argumentação, núcleo este que diz respeito aos impactos do processo de industrialização sobre as formas de intervenção e atuação do Estado. Assim, ao investigar os pressupostos da política em análise relacionada com a natureza da sociedade, proporciona aos pesquisadores um terreno delimitado e firme para o diálogo entre os polos teóricos.

Portanto, pode-se concluir que para alcançar a compreensão abrangente dentro do campo dos estudos organizacionais e na política social, o conhecimento de diferentes paradigmas e natureza da sociedade, é de fundamental importância para os pesquisadores alcançarem melhores caminhos para desenvolver um conhecimento profundo e claro.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. H. L. R. **O Estado Brasileiro Contemporâneo**. In: OLIVEIRA PEREIRA, Cláudia Fernanda (Org.). *O Novo Direito Administrativo Brasileiro: o Estado, as agências e o terceiro setor*. Belo Horizonte: Fórum, 2003.
- ALVESSON, M.; DEETZ, S. **Teoria crítica e abordagens pós-modernas para estudos organizacionais**. In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. (Org.). *Handbook de estudos organizacionais: modelos de análise e novas questões em estudos organizacionais*. Vol. 1. São Paulo: Atlas, 1999.
- ANDION, C. Por uma nova interpretação das mudanças de paradigma na administração pública. *Cadernos Ebape*, v. X, n. 1, 2012.
- ALVESSON, M.; DEETZ, S. **Teoria crítica e abordagens pós-modernas para estudos organizacionais**. In: CLEGG, S.; HARDY, C.; NORD, W. (Orgs.). (Organizadores da edição brasileira: CALDAS, M.; FACHIN, R.; FISCHER, T.). *Handbook de estudos organizacionais*, v. 1: Modelos de análise e novas questões em estudos organizacionais. São Paulo: Atlas, 1999.
- BOTTOMORE, T. & OUTHWAITE, W. **Dicionário do pensamento social do Século XX**. Rio de Janeiro Jorge Zahar Ed., 1996.
- BURRELL, G.; MORGAN, G. **Paradigmas Sociológicos de Análise Organizacional**. Tradução Wellington Martins. Londres: Heineman, 1979.
- CALDAS, M. P. **Paradigmas em estudos organizacionais: uma introdução à série**. In: CALDAS, M. P.; BARTERO, C. O. (Eds.). *Teoria das Organizações. RAE-Clássicos*. São Paulo: Atlas, 2007.
- COIMBRA, Marcos S. **Abordagens teóricas ao estudo das políticas sociais**, in *Abranches, Sérgio e outros – Política Social e Combate à Pobreza*, Rio, Jorge Zahar, 1987.
- COIMBRA, Marcos Antônio; ABRANCHES, Sérgio; SANTOS, Wanderley Guilherme dos.

Política social e combate à pobreza. Rio de Janeiro: Zahar, 1994.

DAFT, R.L., WEIK, K.E. **Organizações como sistemas interpretativos: em busca de um modelo.** In M.P. Caldas & C.O. Bertero (Coords). Teoria das organizações. São Paulo: Atlas 2007.

DAHRENDORF, R. **As classes e seus conflitos na sociedade industrial.** Brasília: EdUnb,1982.

DEMO, Pedro. **Política social, educação e cidadania.** Campinas, SP: Papyrus, 1994.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. **Jaula de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais.** In: CALDAS, M. P.; BERTERO, C. O. (Eds.). Teoria das Organizações. RAE - Clássicos. São Paulo: Atlas, 2007.

FARIA, C.A.P. **Uma genealogia das teorias e modelos do Estado do Bem-Estar Social.** Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais, Rio de Janeiro, n.46, p. 38-71, 1998.

LEWIS, M. W.; GRIMES, A. J. **Metatriangulação: construção teórica com base em paradigmas múltiplos.** In: CALDAS, M. P.; BERTERO, C. O. (Eds.). Teoria das Organizações. RAE-Clássicos. São Paulo: Atlas, 2007.

LINHARES, F. **Bolsa Família: um novo arranjo para os programas de transferência de renda no Brasil.** Niterói, 2005.

LOCKWOOD, D. **Algumas Observações a Propósito de The Social System.** In BIRNBAUM, P. & CHAZEL. *Teoria Sociológica.* São Paulo, HUCITEC-EDUSP, 1977.

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; GONÇALVES, S. A. Nota Técnica: A Teoria Institucional. Handbook de Estudos Organizacionais. São Paulo: Atlas, 1998.

MARSHALL, T.H., Cidadania, classe social e status. Rio de Janeiro, Ed. Zahar, 1967.

MELO, L. V.; SILVA, J.O. **Sociedade e Estado no Combate a Fome no Brasil.** Portal La sociedade civil. 2010. Disponível em: <http://lasociedadcivil.org/docs/ciberteca/poster_j_silva1.pdf>. Acesso em 25/06/2013.

MORGAN, G. **Paradigmas, Metáforas e Resolução de Quebra-cabeças na Teoria das Organizações.** Revista de Administração de Empresas, v. 45, n. 1, mar 2005.

MUNCK, L; SOUZA, R.B. **Estudos organizacionais: uma relação entre paradigmas, metanarrativas, pontos de interseção e segmentações teóricas.** Revista Pretexto-FUMEC. v. 11. Belo Horizonte. abr. /jun. 2010. p. 95 - 112

O'CONNOR, James. **USA: a crise do Estado capitalista.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

OFFE, Claus. **Problemas estruturais do estado capitalista.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1984.

PEREIRA e PEREIRA, Potyara Amazoneida. **Política social: temas & questões.** São Paulo:Cortez,2008.

RIBEIRO, Mônica Matos. **Assistencialismo nas políticas sociais do Brasil nos anos 90.** Dissertação apresentada ao final da Pós Graduação Administração da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

SANTOS, W. G. Cidadania e justiça. **A política social na ordem brasileira.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1987.

TITMUSS, R. M. **Social Policy.** New York: Pantheon.1974

VIANNA, Maria Lucia Teixeira Werneck. **Em torno do conceito de política social: notas introdutórias.** Cadernos ENAP. Rio de Janeiro, 2002.

WILENSKY, Harold & LEBEAUX, Charles. **Industry Society and Social Welfare.** New York, The Free Press, 1965.

VII. COPYRIGHT

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

ECODESIGN: UM NOVO CAMINHO PARA A SUSTENTABILIDADE PROPORCIONADO PELO PODER CONSTRUTIVO DO DESIGN DE PRODUTO

ALBERTO FELIPE BEZERRA DA SILVA¹, PAULO RICARDO DO NASCIMENTO¹,
GLEYSCE RAYANE S. SILVA¹, YASMIM PAES MARTINS¹
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
albertofbezerra@gmail.com

Resumo - Este artigo propõe uma reflexão sobre a importância do papel do design de produto aos conceitos e práticas propostas pelo Ecodesign. Enfatizando a responsabilidade que o profissional da área tem para com o usuário. Traduzindo as necessidades dos usuários utilizando processos metodológicos capazes de minimizar os impactos ambientais com a concepção de seus produtos. Para a concepção deste artigo foram feitas coletas de dados por meio de pesquisas bibliográficas e estudo de caso com a marca Natura Ekos. Analisando a prática do Ecodesign nas grandes empresas, constatando o uso de metodologias sustentáveis, resultando em soluções positivas para a diminuição do desgaste do meio ambiente.

Palavras Chave: Design. Sustentabilidade. Ecodesign.

I. INTRODUÇÃO

No contexto contemporâneo, onde os parâmetros de consumo e de produção são cada vez mais vinculados às necessidades dos indivíduos de obterem conforto e bem estar adquiridos através de produtos e serviços. O quadro ambiental desloca-se rapidamente deste contexto, uma vez que o consumismo acaba tornando os produtos descartáveis, sendo, então, produzidos com um ciclo de vida pouco aproveitável, gerando um declínio que os levará instantaneamente ao seu desuso, e consequentemente, a este descarte. Em outras palavras, a disponibilidade de tais produtos implicou um emprego dos recursos ambientais, o problema que se coloca é o de romper o elo até aqui existente entre bem-estar social, produtos disponíveis e consumo dos recursos (MANZINI; VEZZOLI, 2002, P. 46).

O consumo passa a ser então, uma necessidade física e psicológica gerada pelo conhecido marketing comercial, onde muitas empresas a fim de se sobressaírem em um mercado cada vez mais competitivo e inovador, buscam novos diferenciais, capazes de atrair a atenção do consumidor, movimentando, então, esse ciclo de consumo insustentável, que quase nunca tem a ver com tais estratégias favoráveis à sustentabilidade. Para Malhadas (2001, p. 15), o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser entendido como de um “desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de satisfazer as aspirações das gerações

futuras”. Com isso, percebe-se que os percursos para a sustentabilidade, aplicando estratégias ambientalmente conscientemente aliadas aos processos projetuais do design de produto, unindo, assim, vantagens ecológicas e econômicas, podem originar resultados significantes e plausíveis capazes de amenizar os aspectos negativos vistos dentro do contexto social e ambiental atuais. A utilização do termo sustentabilidade na contemporaneidade, sobretudo seu olhar inserido ao design, exerce uma grande influência sobre grandes empresas, que direcionam seu olhar as práticas oferecidas pelo Ecodesign, a fim de se tornarem “verdes”, utilizando cada vez mais uma rotulagem ecológica em seus produtos.

Portanto, as razões pelas quais esta pesquisa científica será dirigida estão interligadas com fatores tanto de relevância social quanto científica. No que diz respeito ao contexto social, reconhecemos os enormes impactos resultados pela ação humana sob o meio ambiente como um todo, desde pequenas atitudes a catástrofes de grandes dimensões.

O presente artigo tem como objetivos desenvolver um estudo entre o papel do Design de produto e dos métodos e conceitos sustentáveis, esclarecendo em que medida em que medida o profissional desta área, o designer, deve direcionar o foco de seus projetos à sustentabilidade, expondo conceitos e discutindo por quais razões muitas empresas investem em Design sustentável na rotulação de seus produtos. Logo, chegamos a seguinte formulação do problema: que fatores impulsionam e motivam grandes empresas a se comportarem de maneira ambientalmente responsável investindo em design sustentável na concepção de seus produtos.

Procurando responder a esta questão e a todas essas teorias fundamentadas, será apresentada uma análise através de um estudo de caso: a embalagem sustentável do sabonete em penca, da linha Ekos, da empresa brasileira de cosmético Natura. Dessa forma, buscaremos examinar o que e como os conceitos de design e sustentabilidade propõem para o desenvolvimento dos mesmos nas grandes empresas.

II. O PAPEL DO DESIGN

Introduzir uma consciência capaz de modificar o modo de agir e o entendimento cognitivo dos seres humana em relação ao consumo da produção em massa, antes de tudo é preciso mudar o paradigma da sociedade atual, a maneira de viver e de se relacionar com o ambiente como um todo. Porém, sabemos que seria impossível uma mobilização de forma coletiva, em contra partida a ampliação do ângulo de visão da população para além do ciclo de consumo dar-se através da atuação imediata dos designers sem sua multidisciplinaridade, que será de grande importância na relação direta entre produto e consumidor, emergindo assim uma mentalidade ecológica direcionada a esta mudança. Dessa forma o design é entendido segundo Fontoura (2002, p. 69) como “um conjunto de ações humanas conscientes que interferem na maneira de ser do mundo material”, constitui-se então, como uma ferramenta importante em função da consistência de sua metodologia de projeção, que em geral são caracterizadas por abordagens focadas na identificação das necessidades inerentes a cada demanda (ou problema) de projeto e buscam um profundo entendimento das particularidades de cada caso. Entretanto, a elaboração e concepção de produtos de forma a suprir tais demandas, tanto sociais, quanto ambientais, devem ser vistas sob a ótica dos métodos, conceitos e quesitos da sustentabilidade, que quando introduzidos aos processos do design convencional podendo ser chamado assim, possibilitará resultados que satisfaçam a problemas previamente identificados.

Manzini; Vezzoli (2002) define o termo design, em sua acepção mais abrangente, como o conjunto de atividades projetuais que compreende desde o projeto territorial, também o projeto gráfico, passando ainda pelo projeto de arquitetura até os bens de consumo. Exprime também que a busca de condições sustentáveis para o meio ambiente é responsabilidade tanto dos produtores como de consumidores. Logo, o designer tem como tarefa principal traduzir as necessidades de uma sociedade e transmiti-las através de produtos que as expresse, fazendo surgir uma cultura material capaz de romper as barreiras que afetam o ambiente, ou ainda, capaz de emergir tais barreiras que sirvam como um obstáculo no controle desse consumo desenfreado sob a natureza. Ainda segundo Manzini; Vezzoli (2002) é o design que vai sintetizar o tecnicamente possível ao ecologicamente viável, e fazer nascerem novas propostas sociais e culturalmente apreciáveis. Assim, a formulação de uma conscientização ecológica capaz de reverter ou amenizar esse quadro poderá originar-se através do desenvolvimento de produtos, serviço e, até mesmo, da comunicação com que as empresas se apresentem no mercado, constituindo o que os autores denominam de sistema-produto.

III. DE CARA COM A SUSTENTABILIDADE

Há alguns anos, têm sido notória a presença do termo sustentabilidade em diversos campos do domínio humano, sobretudo a atividade que visam promover o melhor ao meio ambiente e tudo aquilo que nele está inserido. Compreender o meio ambiente, assim como as suas necessidades, em conjunto com a compreensão das necessidades humanas, tem se constituído em um equilíbrio

árduo, envolvendo aspectos da ética global (econômica), social e cultura.

A sustentabilidade é um equilíbrio dinâmico entre muitos fatores, incluindo os requisitos básicos do componente social, cultura e econômico, e da necessidade imperativa de salvaguardar o ambiente natural do qual a humanidade é parte. De fato, a sustentabilidade implica numa equação entre demandas ambientais e as necessidades de desenvolvimento (MALHADAS, 2001, p. 15).

Sabe-se que o conceito acerca da sustentabilidade surge num contexto advindo de progresso e do consumo, emergidos logo após a Revolução Industrial, que trouxe à tona um paradoxo entre o indivíduo frente ao poder que, supostamente, detêm sob a natureza, ocultando valores esquecidos pela sociedade atual. Sob a ótica de Enrique Leff (2004), é possível entender este conceito de forma mais clara:

O princípio da sustentabilidade surge no contexto da globalização como a marca de um limite e o sinal que reorienta o processo civilizatório da humanidade. A crise ambiental veio questionar a racionalidade e os paradigmas teóricos que impulsionam e legitimam o crescimento econômico, negando a natureza. A sustentabilidade ecológica aparece como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases da produção (LEFF, 2004, p. 15).

Então, o termo sustentabilidade, ainda que exista dificuldade em sua implantação e conceituação, visa promover o melhor para a sociedade e o meio ambiente, de forma atual, mas sem esquecer-se das gerações futuras, além de promover o declínio, ou até mesmo o extermínio, dessa lógica quantitativista ao qual a natureza vem sendo considerada como um fator de cálculo econômico, e conscientizar os indivíduos, a fim de tornar visível a forma predatória na qual os recursos naturais vêm sendo explorados nos últimos anos.

IV. INTERSECÇÃO ENTRE O DESIGN E A SUSTENTABILIDADE: ECODSIGN

Em meio a tantas teorias fundamentadas, surge um termo ainda muito utilizado, apesar de atualmente ser substituído por vários outros, onde neste estudo é tido como resultado da intersecção entre o design e os conceitos da sustentabilidade, o Ecodesign. A definição para a palavra, de forma superficial, se dá de maneira autoexplicativa, a junção do termo ecologia e design gera um significado que se entende como um modelo de atividade projetual que direciona seus processos aos critérios ecológicos. Em contra partida o conceito de Ecodesign possui significados ainda mais complexo e extenso, assim como nos afirma Manzini, Vezzoli (2002):

“Ecodesign é um daqueles termos que, mesmo dando a ideia do que seja, está muito longe de apresentar uma definição precisa de seu significado. caso específica, sua determinação nasce exatamente de ter em si amplificados, os vastos campos semânticos articulados [aos seus elementos formadores] que, por sua vez, estão cercados de indeterminação dos dois termos que compõem (ecologia e design)” (MANZINI; VEZZOLI, 2002, p. 17).

A aplicação de estratégias ambientalmente conscientes desde a concepção inicial do projeto do produto faz com que, posteriormente, não haja a perda de tempo, assim como saúde e dinheiro, evitando danos maiores tanto de relevância econômica quanto ambiental. Por esse motivo, será muito mais eficaz projetar tais produtos de forma a considerar o ciclo de vida do mesmo como um todo, desde sua produção e distribuição, passando pela sua utilização até seu descarte, e que ainda possa ser reutilizado, de forma a recuperar todo o material do processo, ao qual, dito anteriormente, será denominado como sistema-produto. O uso de critérios metodológicos ambientais. Como a introdução do Life Cycle Design (LCD) no conjunto das propostas para o produto faz minimizar o impacto ambiental durante todo o seu ciclo de vida, porém para que isso ocorra é necessário, antes de tudo, que não somente o design se integre ao processo, mas também o marketing que o produto exercerá. Conforme Manzini; Vezzoli (2002) nos explica:

“O objetivo do Life Cycle Design é o de reduzir a carga ambiental associada a todo o ciclo de vida do produto. Em outras palavras, a intenção é criar uma ideia sistêmica de produto, em que *inputs* de matérias e energia bem como o impacto de todas as emissões e refugos sejam reduzidos ao mínimo possível, seja em termos quantitativos ou qualitativos, ponderando assim a nocividade de seus efeitos.” (MANZINI; VEZZOLI, 2002, p. 100).

O design ecoeficiente não dispensa o uso de critérios de projetos utilizados pelo design tradicional, mas direciona as atividades e práticas ao processo sem alterar, *a priori*, sua estrutura, ou seja, em outras palavras, os produtos serão desenvolvidos de forma ecoeficiente, onde, ao mesmo tempo, não sejam comprometidos nas empresas, aspectos como custo, qualidade e tempo, e nos produtos sua funcionalidade, estética e ergonomia. Logo, será dado ao meio ambiente o mesmo status de outros valores industriais tradicionais.

Sendo assim, chega-se a outro ponto interessante e cabível dentro deste contexto, compreender que fatores vêm impulsionando e motivando grandes empresas a investirem de forma mais intensa em design ecoeficiente e seus conceitos e estratégias sustentáveis na concepção de seus produtos. Muitas são as considerações feitas acerca desta indagação, inicialmente, o interesse se dá, sobre tudo, por que as propostas e estratégias oferecidas através da ótica do Life Cycle Design, que impulsionam grandes empresas a olhar de forma mais atenciosa a estas, fazendo gerar um interesse voltado, em sua grande maioria, as questões econômicas e a fatores internos, como em relação à redução de custos de fabricação e gestão de produto, uma vez que a economia na produção com a reutilização de alguns componentes seria evidente, além de agregar valor aos seus produtos, com a utilização do termo “sustentável” na rotulagem dos mesmos, onde as empresas demonstram através de etiquetas as prioridades ambientais introduzidas para sua concepção, assim faz surgir um atrativo maior capaz de prender a atenção do consumidor. Com isso a competitividade, dentro deste mercado cada vez mais inovador, faz com que valores de grande importância para o contexto ambiental sejam ocultados.

Em entrevista ao site Agenda Sustentável, em junho de 2010, Joseph Fiksel, autor do livro “Design para o Meio Ambiente”, com edição atualizada no mesmo ano, porém lançado em 1996, nos explica como estas grandes corporações direcionam este olhar ao design sustentável. De maneira sucinta, ele acredita de há uma série de fatores, como

iniciativas governamentais e de agências internacionais, sistemas de classificação da sustentabilidade, e, sobretudo, aspectos econômicos, de negócio, onde este nada tem a ver com os valores associados aos princípios propostos pela sustentabilidade ao meio ambiente. Afirma que, apesar de algumas empresas pioneiras compreenderem a importância da introdução deste conceito, poucas são as que investem, realmente, na integração do pensamento, do Design para sustentabilidade em seus produtos e processos. E por fim, conclui, ao perguntado como definiria o Design para o meio ambiente, responde considerando o ciclo da vida do produto, relacionando os objetivos de saúde ambiental, segurança e sustentabilidade, e ainda, exemplifica-os com cases de algumas grandes empresas.

V. METODOLOGIA

Pretende-se com este estudo científico, abordar definições e teorias capazes de alcançarem os objetivos definidos anteriormente, logo à forma de abordagem da pesquisa assumiu-se qualitativa quando se trata dos procedimentos para a obtenção do caráter peculiar para a situação em estudo, considerada também como descritiva, onde a interpretação dos fenômenos e a atribuição dos significados são de grande relevância para este processo.

Utilizando procedimentos técnicos na coleta de dados, para a revisão da literatura, como a pesquisa bibliográfica, tendo a leitura como fonte primordial, sendo realizada por meio de livros e documentos digitais, assim como de artigos com enfoque sobre a percepção de especialistas contemporâneos nas áreas de estudo em questão, design e sustentabilidade, visto que ambos são campos que interessam aos pesquisadores que o elaborou, assim como temas que instigam a um aprofundamento maior para a pesquisa científica. A partir disso, foi feito um estudo de caso para analisar a ecoeficiência de um produto da área de design que é a embalagem do sabonete em penca, da linha Natura Ekos, se baseando no método de estudo desenvolvido por Fiksel (1996), onde é analisada a proposta do produto em questão sob a ótica das estratégias e práticas do *Life Cycle Design*.

VI. ANÁLISE

A partir do estudo de caso do sabonete em penca da linha Natura Ekos, foi analisada os fatores ecoeficientes propostos para o desenvolvimento do produto. Sendo um dos principais fatores: a embalagem. A análise se debruça sobre a ótica das estratégias do Life Cycle Design (FIKSEL, 1996), o mesmo visa à promoção dos critérios capazes de tornar o produto ecoeficiente. Para resultado da análise, espera-se atingir um percentual satisfatório das práticas atendidas no projeto de produto em questão.



Figura 1- Produto analisado em estudo, o sabonete em penca, Natura Ekos. (Permissão de uso da imagem, uma vez vinculada em websites)

Quadro1 - Método de análise ecoeficiente usado no presente trabalho para analisar o produto sabonete em penca da Natura Ekos

| Práticas do Ecodesign | Atendidas | Não atendidas |
|---|-----------|---------------|
| Recuperação do material | Sim | |
| Recuperação de componentes | Sim | |
| Facilidade de acesso aos componentes | Sim | |
| Projeto voltado à simplicidade | Sim | |
| Não utilização de materiais contaminantes | Sim | |
| Recuperação e reutilização de resíduos | Sim | |
| Redução do uso de energia na produção | Sim | |
| Produto multifuncional | | Não |
| Utilização específica de materiais reciclados | Sim | |
| Utilização de matérias renováveis | Sim | |
| Não utilização de substâncias perigosas | Sim | |
| Utilização de produtos biodegradáveis | Sim | |
| Prevenção de acidentes | Sim | |

Porcentagem de ecoeficiência: 92,28% das práticas atendidas.

VII. CONCLUSÃO

O avanço tecnológico trouxe ao meio ambiente aspectos negativos, de grande impacto não só ecológico, mas social, e principalmente, econômico, e isto afetou diretamente a forma de conceber os produtos para atender as necessidades destes novos usuários. Os profissionais da área do design são, então, os intermediadores neste processo, pois além de aplicar inovações tecnológicas aos seus projetos, direcionam seu olhar a novos cenários sustentáveis, utilizando métodos e critérios capazes de reduzir o impacto ambiental. Essas novas bases projetuais fazem surgir um atrativo para grandes empresas, que dentro de um mercado competitivo e inovador, acabam visando geralmente, fatores internos, como o lucro. Cabe ao designer, como agente agregador de valores, reavaliar seus parâmetros metodológicos, direcionando-os aos conceitos éticos, sociais e ambientalmente responsáveis, para que este possa se tornar um veículo comunicador, transportando em seus projetos esse conceito ecoeficiente, a fim de transmiti-lo à sociedade que os consumirá.

Demonstrando teorias e argumentações, o presente trabalho pode então conscientizar designers sobre problemas ligados à sustentabilidade exemplificando, como de forma simplória, a reutilização de materiais pode ser realizada em grandes empresas, auxiliando assim tanto o meio ambiente quando a sociedade, obtendo também resultados satisfatórios que ao mesmo tempo propiciam um produto final de alta qualidade, como notado na análise realizada.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA Sustentável. *A Sustentabilidade na prática*. Disponível em: <<http://www.agendasustentavel.com.br/artigo.aspx?id=3684>>. Acesso em: 25 dez. 2013.
 FIKSEL, J. *Design for Evironmen: creating eco-efficient products and processes*. New York: McGraw-Hill, 1996.

FONTOURA, Antônio Martiniano. *EDADE: a educação de crianças e jovens através do design*. 2002. 334f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de pós-graduação em engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

MALHADAS, Z.Z. *Dupla ação: conscientização e educação*. Curitiba. UFPR, 2001.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: Edusp, 2002.

PORTAL da Sustentabilidade. *Rede da sustentabilidade*. Disponível em: <<http://www.sustentabilidade.org.br/>>. Acesso em 20 nov. 2013.

IX. COPYRIGHT

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

TABELA DE VIDA ESTÁTICA DE *Dermestes maculatus* DeGeer, 1774 EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

NATALIA CASTEJON SAVORDELLI; AFONSO PELLI

DISCIPLINA DE ECOLOGIA & EVOLUÇÃO. DEPARTAMENTO DE GENÉTICA, ECOLOGIA E PATOLOGIA GERAL. INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E NATURAIS. UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO. AV. FREI PAULINO, 30. BAIRRO ABADIA. 38025-180. UBERABA/MG.

n_csavordelli@hotmail.com; apelli; oikos@icbn.uftm.edu.br

Resumo - Uma das áreas estudadas pela Entomologia Forense caracteriza-se pela identificação de insetos envolvidos na decomposição de cadáveres para a estimativa de intervalo post-mortem (IPM), que pode ser baseada na sucessão ecológica das comunidades de insetos associadas à carcaça ou no desenvolvimento dos imaturos que utilizam esse tipo de substrato para se desenvolver. O trabalho em questão teve como objetivo construir uma tabela de vida estática de *Dermestes maculatus* de uma população criada em laboratório em dieta de carne bovina. Foram estabelecidas criações de manutenção de *D. maculatus*, em sala com fotoperíodo natural e sem controle de temperatura. Uma amostra coletada aleatoriamente da criação foi submetida à eutanásia por hipotermia em freezer à -20,0°C, posteriormente os estágios foram separados em frasco contendo álcool 70%. As larvas retiradas foram observadas e medidas em estereomicroscópio com ocular micrométrica BEL PHOTONICS (ocular 10x; objetiva 0,7). Foram realizadas as medidas: comprimento total (CC); comprimento da cápsula cefálica (CCC), largura da cápsula cefálica (LCC) e largura do mesotórax (LMT). Utilizada a função volume = área da base X altura; sendo altura o comprimento total e a área da base πX (largura do mesotórax/2)², partiu-se da proposição que a forma apresenta relação direta com a função, assim os instares de desenvolvimento larval apresentam relação estreita com a morfometria.

Palavras-chave: De Populações. Entomologia Forense. Entomologia Aplicada.

I. INTRODUÇÃO

A ordem Coleoptera é um dos principais objetos de estudos da Entomologia Forense em casos em que os insetos são aplicados para solucionar crimes e disputas judiciais (PUJOL-LUZ *et al.* 2008). Dentre a coleopterofauna associada à carcaça, há várias famílias que contêm espécies necrófagas, sendo que na América do Sul a Dermestidae está entre as principais (SOUZA & LINHARES, 1997).

Dermestidae, também conhecido como “skin beetles”, são necrófagos que se alimentam de pele seca e outros tecidos moles animais, como pêlos, penas, lã e couro, além disso, também podem alimentar-se de carpete, insetos

mortos, carne seca e algumas espécies são pragas de grãos, sementes, cortiças e cereais.

Dermestes maculatus De Geer, 1774, é o dermestídeo mais comum encontrado em carcaças e, por isso, é uma importante evidência forense (KULSHRESTHA & SATPATHY *et al.* 2001). Este besouro se alimenta de carniça e produtos de origem animal seco e formam agregações em torno de recursos, que podem variar em tamanho, mas pequenas fontes de alimento geralmente têm cerca de um a 13 besouros (MCNAMARA *et al.* 2008), onde indivíduos irão alimentar e acasalar, atraídos pela ferormônios secretados por machos. É uma conhecida praga de peixe seco e ração de peixe, que pode causar danos a estruturas de madeira entre outros materiais, quando a larva está se preparando para empupar (TURNER 1986; WILDEY & WAYMAN 1979). No âmbito forense, Schroeder *et al.* (2002) reportaram que a espécie pode reduzir um homem a restos esqueletizados em apenas cinco meses dentro de um apartamento fechado. O processo de decomposição duraria muito mais na ausência dessa espécie.

A interação entre indivíduo e seu ambiente pode ser expressa nas tabelas de vidas, tornando-se uma ferramenta básica para avaliar a dinâmica populacional.

II. MATERIAIS E METODOS

Foram estabelecidas criações de manutenção de *Dermestes maculatus*, em sala climatizada e fotoperíodo natural, sendo mantidos em recipientes de vidro e dieta a base de carne bovina crua.

Uma amostra aleatória da criação foi submetida à eutanásia por hipotermia gradual até -20,0°C e posteriormente triados e separados os estágios em frasco contendo solução aquosa de álcool 75%. As larvas foram retiradas, observadas e medidas em estereomicroscópio BEL PHOTONICS com ocular micrométrica (ocular 10x; objetiva 0,7x). As medidas realizadas nas larvas foram: comprimento total (CT), comprimento da cápsula cefálica (CCC), largura da cápsula cefálica (LCC) e largura do mesotórax (LMT). De posse desses dados foram calculados

os biovolumes da cápsula cefálica e também o biovolume total. Para tanto utilizou-se a ideia de que o formato do corpo da larva se assemelha a um cilindro. Dessa forma foi utilizada a função volume = área da base X altura; sendo altura o comprimento total e a área da base πX (largura do mesotórax/2)².

A morfometria foi utilizada partindo da proposição que a forma apresenta relação direta com a função. A premissa é que os instares de desenvolvimento larval apresentam relação estreita com a morfometria.

Após as medidas, foram realizadas regressões lineares para verificar a integridade dos dados e eventuais eliminações de “outliers”. Após a construção de histogramas para as medidas lineares e volumétricas, os indivíduos foram agrupados em classes, sendo assumido que as classes provenientes do histograma de distribuição de frequência são as mesmas classes dos instares biológicos. Desta forma identificou-se a idade do indivíduo quando o mesmo foi eutanasiado, construindo-se assim uma tabela de vida estática.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Minitab[®].

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela de vida estática para o *D. maculatus* será usada para ilustrar e entender a dinâmica populacional dessa espécie. Essa informação é importante nos estudos de conservação, agricultura e em todos os casos em que a entomologia tem valor forense, quando o estudo de insetos pode ser aplicado na solução de casos e disputas judiciais (PUJOL-LUZ *et al.* 2008).

As tabelas de vida estática apresentam os acontecimentos demográficos de uma população, a partir da distribuição de idade dos indivíduos, em um único momento, sendo considerada a sobrevivência dos indivíduos de idade específica para cada faixa etária (RICKLEFS, 2010).

A Tabela 1 apresenta a tabela de vida estática para *D. maculatus*, em condições de laboratório, alimentado com carne bovina.

Tabela 1 - Tabela de vida estática para *Dermestes maculatus*, em condições de laboratório, criado com fotoperíodo natural e alimentado com carne bovina, em Uberaba/MG.

| Idade | n_x | l_x | m_x | S_x | e_x |
|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 1 | 255 | 0,60 | 0,8078 | 0,192 | 1,159 |
| 2 | 49 | 0,12 | 0,1020 | 0,898 | 2,929 |
| 3 | 44 | 0,10 | 0,3182 | 0,682 | 2,205 |
| 4 | 30 | 0,07 | 0,6000 | 0,400 | 2,000 |
| 5 | 12 | 0,03 | -0,2500 | 1,250 | 3,250 |
| 6 | 15 | 0,04 | 0,3333 | 0,667 | 1,700 |
| 7 | 10 | 0,02 | 0,4000 | 0,600 | 1,300 |
| 8 | 6 | 0,01 | 0,6667 | 0,333 | 0,833 |
| 9 | 2 | 0,00 | 1,0000 | 0,000 | 0,500 |

O período pós-oviposição, ou período de senescência, é caracterizado pela brusca diminuição na reprodução e alta mortalidade. Pode-se observar o impacto da mortalidade na expectativa de vida já em t_1 , em que 60% da população morre.

A curva de sobrevivência é a probabilidade de sobrevivência, ou seja, representa a proporção de indivíduos vivos em uma determinada classe etária (PINTO-COELHO,

2007). Esta pode apresentar-se de diversas formas. Aqueles que possuem maior parte dos eventos de mortalidade entre os indivíduos mais velhos, propiciando então ao menos um episódio reprodutivo para a maior parte dos indivíduos da população, como no caso do *Rhododendron máxima*, uma flor típica do estado do estado West Virginia dos EUA, caracterizando uma curva de sobrevivência do Tipo I. Por outro lado, uma curva de sobrevivência do Tipo II, resulta de uma taxa de sobrevivência ou de mortalidade constante ao longo das classes etárias. Assim, a sobrevivência total declina de forma constante com a idade.

Conforme apresentado na Figura 1, os dados obtidos para a população de *D. maculatus* demonstra que esta possui uma alta taxa de mortalidade entre os jovens e mantém-se constante em baixos níveis, até a senescência da larva e empupamento, caracterizando uma curva de sobrevivência do Tipo III (HUTCHINSON, 1981).

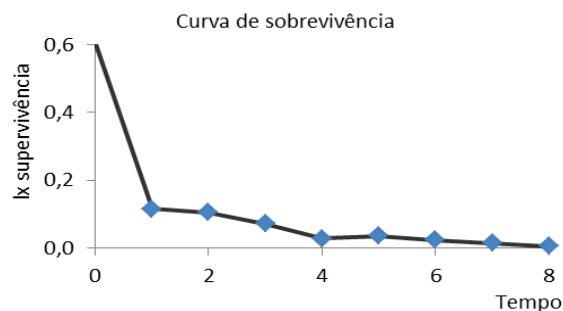


Figura 1 - Sobrevivência para o *D. maculatus* em condições de laboratório em dieta de carne bovina

A sobrevivência (l_x) é a probabilidade que um indivíduo tem de estar vivo, em determinada classe etária, em proporção ao número de indivíduos que nasceram vivos; desta forma, $l_{x0} = 1$. Assim, a probabilidade desses indivíduos estarem vivos em l_{x2} , pode ser calculada por l_{x2}/l_{x0} . Os dados demonstram uma probabilidade de que 59% dos recém-eclodidos estarão vivos em $t = 1$, ou seja, 41% morrerão até $t = 1$. Da mesma forma, o segundo pico significativo de mortalidade mostra uma probabilidade de que apenas 9% dos indivíduos cheguem vivos em $t = 4$.

Fatores ambientais, como o estado nutricional da população pode alterar seu ciclo de vida. Segundo alguns autores que estudaram a biologia de vida dessa espécie, Bellemare & Brunelle 1950; Scoggin & Tauber 1951; Jacob & Fleming 1985; Raspi & Antonelli 1995, é preciso estudar a duração dos estágios (ovo, larva, pupa e adulto) e estágios (instares larvais) em diferentes substratos, já que se sabe que seu desenvolvimento varia conforme a alimentação (PARRA & HADDAD; 1989). Em revisão bibliográfica feita nos artigos publicados sobre *Dermestes maculatus*, em que os autores utilizam diferentes substratos e condições ambientais, como SCOGGIN & TAUBER (1951), que utilizaram ração de peixe com 7.5% de umidade, acrescido de ração animal de soja, caseína, fermento e colesterol; RASPI & ANTONELLI (1995), com ração de peixe, fermento, queijo e bacon; JACOB & FLEMING (1985), com ração de peixe com fermento na proporção de 5:1; BELLEMARE & BRUNELLE (1950) em ração canina, observou-se que os dados registrados em cada artigo possuem larvas com diferentes parâmetros biológicos, como número, tamanho e duração de instares larvais, cujas variações ocorreram provavelmente em virtude de

constituírem populações diferentes, além das diferenças na alimentação e condições de temperatura e umidade. Além disso, como o desenvolvimento de *Dermestes maculatus* varia inversamente com a temperatura deve-se tomar cuidado ao comparar seu desenvolvimento em temperaturas diferentes (RICHARDSON & GOFF 2001).

A carne bovina utilizada como substrato para esse experimento fornece proteína animal de alto valor nutritivo, além de possuir tecido gorduroso que entremeia a carne e a textura de corte apresenta condições físicas, químicas e biológicas, além dos aspectos nutricionais importantes para o desenvolvimento do inseto.

No presente estudo, foram observados 9 instares larvais, enquanto que os autores acima apresentaram o número de instares variando de 5 a 11.

O aumento no número de instares de um inseto, como apresentado por Bellemare & Brunelle (1950), em que a duração média dos estádios larvais foi superior a dos demais autores, tendo sido encontrado 11 instares larvais, pode estar sendo influenciado devido à inadequação nutricional (SLANSKY & RODRIGUEZ, 1987). Além disso, a falta de uniformidade da dieta, aspectos de dureza; textura; homogeneização e conteúdo de água presente nas dietas, importantes segundo Parra (1990), verificada nos autores supracitados pode ter contribuído para o prolongamento do último instar larval como estratégia para compensar a queda na qualidade nutricional do alimento consumido e, não apenas como uma estratégia de atrasar a formação de pupários em virtude da desproteção mecânica contra predadores.

Parra e Haddad (1989) basearam a razão de crescimento para insetos, que pode ser prevista pela regra Empírica de Dyar (1890), para demonstrar que a progressão geométrica que a cápsula cefálica cresce, aumentando em largura a cada instar numa razão constante (em média 1,4) sendo, portanto, possível deduzir qual o número de instares. A determinação do número de instares, baseando-se nesta regra tem sido largamente utilizada, mas tem recebido críticas por não se aplicar a certos grupos de insetos.

Os dados obtidos para *D. maculatus* demonstram que não existe um limite para delimitação verdadeira de classes, segundo a estatística descritiva, pois neste caso a variável é contínua (SOARES *et al* 1983).

Segundo a Tabela 2, apresenta os valores de média e desvio padrão para comprimento total, largura do mesotórax, comprimento da cápsula cefálica e largura da cápsula da cápsula cefálica para *Dermestes maculatus* criados em laboratório em carne bovina. Observa-se que após a distribuição dos dados em histogramas, o Biovolume da Cápsula Cefálica (Figura 2) foi a variável que melhor representou as classes etárias, estando, portanto, de acordo com o predito por Dyar (1890).

Tabela 2 - Parâmetros morfológicos de 423 imaturos de *D. maculatus* sob dieta de carne bovina em condições de laboratório.

| VARIÁVEL | MÉDIA ± DESVIO PADRÃO |
|---------------------------------|-----------------------|
| COMPRIMENTO TOTAL | 6,445 ± 2,517 |
| LARGURA MESOTÓRAX | 1,6118 ± 0,6048 |
| COMPRIMENTO DA CÁPSULA CEFÁLICA | 0,6742 ± 0,2174 |
| LARGURA DA CÁPSULA CEFÁLICA | 1,104 ± 0,3646 |

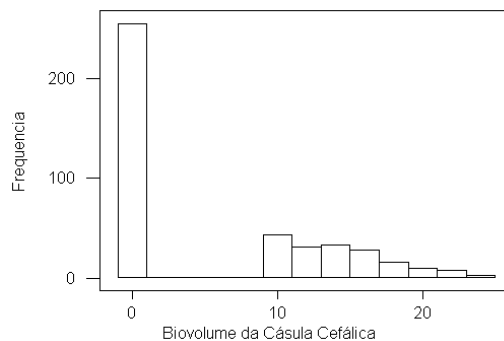


Figura 2- Distribuição de frequência do Biovolume das cápsulas cefálicas de *D. maculatus* em dieta de carne bovina em condições de laboratório.

A variação no número de instares de *D. maculatus* dificulta a sua utilização na entomologia forense, já que o conhecimento da biologia das espécies é necessário para sua aplicação na estimativa do IPM.

Portanto, mais estudos devem ser feitos para encontrar formas mais precisas de diferenciação dos instares larvais, além de testar diferentes substratos a fim de fornecer subsídios para protocolos de criação dessa espécie e, assim, a partir da distribuição de idade dos indivíduos, entender a dinâmica populacional dessa espécie em cada condição apresentada.

IV. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz do Departamento de Zoologia do Núcleo de Entomologia Forense da Universidade de Brasília pela identificação da espécie.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLEMARE, E. R. BRUNELLE. Larval and pupal development of *Dermestes maculatus* Degeer under controlled conditions of temperature and relative humidity. *The Canadian Entomologist*. 1950.
- COSTA, C.; S.A. VANIN; S.A. CASARI-CHEN. *Larvas de Coleoptera do Brasil*. São Paulo, Ed. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1988.
- DYAR, H.G. The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche*. 1890.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Acessado em: 29-05-2012. Disponível em: www.embrapa.br
- GREDILHA, R.; PARADELA, E.; FIGUEIREDO, A. *Entomologia forense: insetos aliados da lei*. Jus Navigandi, Teresina. 2007.
- HOBSON, R. P. Studies on the nutrition on the blow-fly larvae. III. The liquefaction of muscle. *Journal of Experimental Biology, Cambridge*. 1932.
- HUTCHINSON, G. E. *Introdução a la Ecologia de poblaciones*. Blusse Milanese, Barcelona. 1981.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acessado em 29-05-2012. Disponível em: www.ibge.gov.br
- KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. *Ann Rev Entomol*. 1985.
- KULSHRESTHA, P.; SATPATHY, D. K. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Science International*. 2001.
- OLIVEIRA-COSTA, J. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. Campinas. Millenium. 2003.

PARRA, J.R.P. & M. L. HADDAD. Determinação do número de instares de insetos. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 1989.

PINTO-COELHO, R.M. Fundamentos em Ecologia. Artmed. 2007.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). Revista Brasileira de Entomologia. 2008.

RICKLEFS, R. E. Economia da Natureza. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2010.

RICHARDSON, M.S.; GOFF, M.L. Effects of temperature and intraspecific interaction on the development of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Medical Entomology. 2001.

SOARES, José Francisco; Bartmann, Flávio Celso. Métodos Estatísticos em Medicina e Biologia. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1983.

TURNER JR., E.C. Structural and litter Pests. Poultry Science. 1986.

WILDEY, K. B. & C. WAYMAN. The hide beetle (*Dermestes maculatus*) as a deep pit pest in poultry houses. ADAS Quarterly Review. 1979.

WOLFF, M.; A. URIBE; A. ORTIZ & P. DUQUE. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. Forensic Science International. 2001.

VI. COPYRIGHT

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

DIGNIDADE HUMANA: UM ESTUDO SOBRE O PROCESSO DE REINTEGRAÇÃO SOCIAL DO PRESO

ADAILTON SOUZA AGUILAR ¹; CRISTIANE PEREIRA OLIOZI DOS SANTOS ¹; GABRIEL FARIA PEDROZA ¹

1. FACULDADE VALE DO CRICARÉ, SÃO MATEUS, ES
adailtonaguilar@hotmail.com

Resumo - Um dos temas de maior polêmica no Direito Penal no que tange a punibilidade dos crimes é o que se fazer com aqueles que agiram em desconformidade com a lei. Cabe ao Estado, se valendo das normas do Direito Penal proteger os cidadãos e o Estado só está autorizado a prender alguém quando o crime cometido lesionar o bem jurídico de forma a prejudicar a convivência em sociedade. A pena a ser aplicada deve ser justa e eficaz, possibilitando que o preso tenha condições de reincorporar-se na sociedade após o cumprimento da pena. Para que isso ocorra, o preso deverá ter seus direitos fundamentais assegurados dentro da Instituição Carcerária, em especial o direito da Dignidade da Pessoa Humana.

Palavras-Chave: Dignidade Humana. Direitos Fundamentais. Ressocialização. Serviço Social. Direito. Psicologia.

I. INTRODUÇÃO

Existe mesmo ressociação de presos, de fato o sistema prisional em toda sua estrutura e proposta pode trazer o cidadão à vida social e comunitária? São perguntas que tenho como proposta trazer a debate neste trabalho, realizada uma análise sobre os principais discursos sobre a ressociação de presos, os favoráveis e os contrários a ela, Vitor Gonçalves Machado, em 2009 trouxe esse debate a tona. Sua linha de trabalho propõe a idealização da ressociação, discurso esse ainda novo no âmbito brasileiro. Para ele, é necessária uma reflexão a respeito do ideal ressociazador que a prisão deve propor ou a execução penal deve propor, uma vez que a proposta é reintegração do preso. A questão agora é se isso é possível ou não em nossos presídios, uma vez que se percebe o caos carcerário para esta finalidade e muitas outras situações contrárias a ressociação.

Segundo Vitor Gonçalves Machado, há um declínio no ideal da ressociação, veja o que diz: “Ao observamos os fatos chegamos a conclusão que de fato, não se pode negar que há um declínio do ideal da ressociação, e justamente este desgaste faz abrir espaço para o discurso do tema sugerido, alargando e legitimando os discursos de natureza contrária e de soluções penalizantes”. E isso para quem atua no ambiente prisional, tanto na área educacional, quanto na segurança se percebe sem muitos esforços, de fato há um declínio do ideal ressociazador e fortalece aqueles que têm voz contrária a ressociação.

Estarei utilizando uma reportagem, que também foi usado por Vitor Manuel Machado, uma reportagem que também achei importante citá-la, publicada pela Confederação Nacional do Comercio do Espírito Santo, onde afirma que o SENAC-ES firmou um convênio com a Secretaria de Estado da Justiça que irá possibilitar a contratação de internos do sistema prisional, em regime semiaberto, nas unidades da instituição no Estado. Segundo a reportagem, os internos vão desenvolver atividades de serviços gerais e terá uma carga horária diária de trabalho de oito horas, sempre de segunda a sexta-feira. “Este tipo de convênio visa a ressociação do preso, pois pretende torná-lo apto às atividades produtivas, éticas e sociais, minimizando os efeitos do encarceramento e da reincidência criminal”, explica o secretário de Estado da Justiça do Espírito Santo, Ângelo Roncalli. O SENAC-ES já atua na ressociação dos detentos, oferecendo cursos profissionalizantes, dentro dos arranjos produtivos do estado, como forma de possibilitar a inserção dos internos no mundo do trabalho após o cumprimento da pena. Os cursos também contam com disciplinas de empreendedorismo, visando despertar uma postura profissional que garanta a permanência dessas pessoas no mercado de trabalho. Na área da educação, a expectativa é que pelos menos três mil internos estejam matriculados nas salas de aula que funcionam em 27 unidades prisionais do Estado. “O SENAC-ES tem sido um importante parceiro na qualificação dos internos do sistema prisional e agora dará mais uma contribuição absorvendo esta mão de obra”, finaliza o secretário.

O que se nota é uma tentativa de oferecer possibilidades para reintegrar esses cidadãos a vida ativa, produtiva e social. Claro que ainda faltou a proposta para a educação, o ensino nos presídios que também esta sendo implementado para tentar ressociazar os detentos. Será preciso trabalhar ou refazer ou até mesmo repensar os conceitos de tratamento e que pensamos sobre ressociação, passo esse importante para construção de uma teoria de reintegração social do recluso.

Dessa forma, faz-se relevante desde logo compreender o significado daquilo que se denomina ressociação, recuperação, tratamento penitenciário, reeducação social, reinserção social ou reintegração social, para então se pretender efetivar a parte final do art. 1º da Lei nº 7.210/1984 (Lei de Execução Penal – LEP) sob uma orientação moderna e humanista.

II. REINTEGRAÇÃO SOCIAL DO PRESO

A um anseio da sociedade com o que fazer com os detentos quando tiverem que sair dos presídios e aí se ver que muita coisa é escrita neste sentido, tanto para os que não acreditam nessa ressocialização, pois, sem dúvida, a maioria dos presídios brasileiros não proporciona ao condenado, devido a vários fatores negativos presentes no ambiente carcerário, essa volta normal e harmônica à sociedade (2).

Outra coisa, é que esses pensadores acreditam que não se deve impor essa forma de ressocialização, já que, segundo dizem, em um Estado Democrático de Direito não cabe impor ao condenado determinados estilos de comportamentos e concepções de vida, como forma de oprimir e diminuir sua liberdade interna de aceitar ou não tais valores (3).

Muitos acham que essa prática é uma “lavagem cerebral” que é contrária a manutenção da personalidade individual, ferindo a dignidade humana. Raúl Cervini (4) relata que há críticas fortes, inclusive por parte dos defensores dos direitos humanos, sobre o aspecto da afronta ao direito fundamental da pessoa de ser diferente através da imposição obrigatória de tratamento.

Agora, esse pensamento e entendimento não são de todos os que focam esse discurso e proposta ressocializadora. O escritor René Ariel Dotti, diz o seguinte: “o sentido imanente de reinserção social deve ser compreendido como ajuda ou apoio a fim de que o condenado possa, livremente, eleger seus caminhos futuros”. Enfatiza o autor que “o fim da reinserção social deve ser entendido como possibilidade de participação nos sistemas sociais e não como reforma ou metamorfose da personalidade” (5).

O que se tem como pensamento a partir das propostas de reintegração social, não é uma imposição forçada de comportamentos e valores, e sim uma cooperação onde o detento participar, aceita e colabora livremente, respeitando os direitos fundamentais do ser humano e focando a sua integração social ativa (6) participação efetiva do condenado, em consonância com os direitos fundamentais do ser humano, de modelos empiricamente demonstrados que facilitam sua posterior integração social, incrementando suas expectativas e possibilidades de participação social ativa (7). Isso significa que a participação deve ser natural e livre, fugindo da possibilidade de ser imposto em métodos e tratamentos, espontâneos e não formal ou indireto, para fugir da tendência de imposições.

Por outro lado, diz-se que há uma falência nos presídios, logo, este sistema não poderá ressocializar, assim, afirmam o sentimento de reabilitação está fadado ao fracasso caso se constate efetivamente que a pena de prisão estigmatiza o recluso, além de todos os problemas crônicos que a mesma apresenta. Nessa linha, é perceptível que nos presídios brasileiros não há possibilidades reais de regenerar ou ressocializar alguém, uma vez que a prisão se encontra em evidente falência.

Num ambiente reconhecidamente hostil e desfavorável a este propósito, qualificado para muitos como uma instituição total da qual Erving Goffman escreve. Ou seja, já seria uma contradição segregar um indivíduo e ao mesmo tempo pretender sua reintegração social (8).

Não mais se sustenta o pensamento de que é possível castigar e, ao mesmo tempo, reeducar o delinquente através do cárcere, afirma Mirabete.

Observa-se que o retorno em convívio do preso na sociedade não pode ser conseguido em um lugar e em um ambiente como são os presídios hoje, como afirmou Bittencourt, *segundo ele, tende a se converter num microcosmos, onde as mazelas do cárcere e a estrutura social de dominação acabam reproduzindo e agravando as contradições existentes no sistema social exterior* (9).

Muito se ler a respeito desse tema, e muitos partidários de pensamento contrário se levantam afirmando que a execução penal é na verdade humanizar o detento, tirando-o da sociedade e evitando que ele cometa outro crime, dizendo com isso que a prisão é uma forma de humanizar e proteger o detento, de modo que haja condições propícias ao seu retorno harmônico à sociedade em outro momento. Claro, que sobre essa linha de raciocínio, pode-se compreender que a justiça criminal precisa se preocupar mais com os pontos negativos que pode trazer esta detenção e não se tornar exageradamente repressivo (10).

Vitor Gonçalves Machado afirma o seguinte em seu artigo: Cabe dizer, aliás, que o realismo, a utilidade e a intervenção positiva no condenado são aspectos inerentes ao paradigma ressocializador e favoráveis no sentido de reverter o quadro atual de fracasso da pena de prisão. Assim, ponderar com rigor a realidade apresentada no interior dos presídios, concederem à pena alguma utilidade e facilitar o digno retorno à convivência com a sociedade externa é características positivas da proposta de reintegração social. (11)

Segundo ele, o realismo é fundamental para demonstrar, a partir de investigações empíricas, os efeitos nefastos existentes na pena privativa de liberdade. Desse modo, utiliza-se da noção real do que se encontra no âmbito das penitenciárias para denunciar a gravidade da pena de prisão (12), compreendo que essa afirmação nos faz entender as carências e a possibilidade de resolvê-las com bons projetos.

Há muito tempo tem sido o sonho a tentativa de se encontrar soluções as dificuldade e mazelas dentro dos presídios brasileiros, percebe-se que a busca por isso já tem acontecido, pois a insatisfação é enorme por mudanças efêtas e racionais.

Percebe-se que a maior parte das críticas que tem por alvo a finalidade da execução penal expressa no art. 1º, *caput*, parte final, da LEP, estão endereçadas para o vocábulo “ressocialização” ou “tratamento penitenciário”, o que, inegavelmente, pressupõe toda aquela má colocação do que realmente se trata a proposta da reintegração social do preso.

Um debate também trazido para a discussão é o alto custo que o Estado terá ao colocar as propostas de ressocialização em prática, e os de voz contrária se apegam a isso para tentar inviabilizar o projeto, uma vez que consideram uma utopia e total mente inviável tal projeto.

O estado tem o dever de proteger aqueles que ele mesmo confina em uma prisão, e olharmos no ponto de vista do valor humano, não se pode tratar do custo financeiro. Há uma necessidade de manter a visão, mesmo em alto custo, propiciando ao preso, de maneira livre o estudo, cursos profissionalizantes, o trabalho que o dignificará, ficção do resgate dos valores morais e éticos, respeito próprio e dos outros, amor à família e sua aproximação. Porém existe outro ponto que precisa ser apresentado aqui, como afirma Vitor Gonçalves, *os sérios prejuízos que o Estado sofre com o mau aparelhamento das penitenciárias e a falta de*

processo de interação/intervenção positiva nos condenados, resultando, assim, em casos como fugas em massa, destruições de presídios, motins penitenciários, assassinatos cruéis, etc. (13) Se observar a afirmação chegará à conclusão que a falência de nossas penitenciárias pode trazer grandes prejuízos à vida desses cidadãos e os torná-los irrecuperáveis, impossível à vida social.

Obviamente que os custos são altos, porém a vida humana tem um valor inestimado, logo, é muito menos custoso para o estado ter os presos restaurados, reabilitados, assim sendo, volta afirmar Vítor Gonçalves “*são tidos como indispensáveis, e, no fim, sempre menos custosos do que as perdas de vidas nas barbáries cometidas nos presídios mal estruturados e sem objetivo algum de prevenção do crime e reinserção social do encarcerado. Como afirma Fernando Galvão, “os altos custos do Direito Penal devem sempre ser justificados pela realização de algo socialmente construtivo”* (14).

A expressão utopia tem se tornado comum entre aqueles de voz contrária a ressocialização de presos, onde acreditam ser um mito, uma ilusão.

Vitor afirma que, no entanto, deve-se ter em mente que o objetivo não é de alcançar conversões milagrosas ou transformar o preso em “um homem novo”. O que realmente se pretende é algo pensado no interesse real do encarcerado, tendo em vista, de modo salutar, a ocupação dele no centro de todas as reflexões. O que se pretende então é dar ao preso uma nova opção, uma nova trajetória rumo a sua libertação carcerária.

É preciso pensar naqueles que estão presos e velos de maneira, não como separados, excluídos, mas de uma maneira um pouco mais sociável, alguém afastado por um tempo e que retornará ao convívio social e é justamente assim o pensamento que deve se pautar a execução penal.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando colocado o tema em debate, surgem polêmicas acerca do debate da ressocialização de preso e logo se percebe que o tema não é um discurso no escuro, sem alcance. “Suscita, pelo contrário, problemas interessantes ao Direito e obriga a repensar a função última deste” (15), além de ser, “antes de tudo, um problema político-social do Estado” (16).

A dignidade humana precisa ser sempre levada em consideração quando se trata de ressocialização, então é preciso considerar sua execução da pena o princípio do ser humano, que é um princípio sagrado. Ademais, não se pode esquecer-se dos direitos fundamentais dos cidadãos e dos detentos expressos na Constituição Federal de 1988, na LEP e nos tratados internacionais dos quais o Brasil é signatário.

A descrença pela reintegração social dos detentos vindo da sociedade entra em contradição, uma vez, que ela busca por soluções ao problema do sistema penitenciário brasileiro. Pode-se dizer então, como afirma Vítor Gonçalves, que enquanto perdurar a tolerância absoluta quanto à problemática, o sentimento exacerbado de pânico e a pregação de discursos retribucionistas e irracionais, então não haverá maneira alguma de se perseguir efetivamente na finalidade ressocializadora da pena (17).

Como Daury Fabriz analisa, citando Quadros Magalhães, não houve um só momento da história no qual se vivenciou a existência de pessoas não excluídas

socialmente, que, por não conseguir a adaptação a certos padrões impostos – morais, éticos, políticos, econômicos, etc. –, acabam sendo rejeitadas pelo sistema, assim como pela sociedade (18). A exclusão no Brasil é um fato real e é exatamente essa classe que mais cometem crimes, se ver no perfil da comunidade carcerária no Brasil, e isso sem querer ser irresponsável a afirmar que toda pessoa em situação miserável e de exclusão é sempre um delinquente em potencial, mas é fato que a desigualdade social e a má distribuição de renda, são um dos grandes responsáveis pelo crescente aumento da criminalidade e conseqüentemente o elevado aprisionamento no Brasil.

Este artigo tem como finalidade tratar a reintegração do detento à sociedade em um ambiente de difícil reintegração, e isso quer dizer que se deve pensar na possibilidade da redução da pena, executando apenas em casos extremados aos criminosos perigosos.

A recuperação do detento é um grande desafio e possível de sua realização, mesmo que alguns acham isso impossível, uma utopia e inviável. Ainda, uma afirmativa é certa: “todo e qualquer sacrifício que se fizer no caminho de conseguir a reinserção social, ainda que de um só ser humano, será válido” (19).

O ser humano tende dividir a sociedade em classe social, onde uns podem e outros pouco podem ou nada podem, gosto da afirmação de João Batista Herkenhoff, e com ela concluo este artigo, quando diz, que neste momento final, servirão de esperança para aqueles que acreditam ainda na recuperação não apenas de infratores da lei penal, mas sim de toda a sociedade e do verdadeiro sentimento de justiça: Não creio no poder da repressão. Creio no homem. Creio no respeito ao homem. Creio na igualdade entre os homens. Creio na palavra. Creio no contato entre seres humanos, na possibilidade da comunicação entre o homem que está sendo processado e o homem que, eventualmente, está sendo o juiz de seu irmão. Creio, sem pieguismo, no amor. E mais ainda creio na justiça, como valor supremo (20).

IV. REFERÊNCIAS

- (1) Nesse sentido: MOLINA, A. G.-P. de; GOMES, L. F. 1997, p. 352-353.
- (2) Nesse sentido, vale conferir principalmente: BITENCOURT, C. R. 2004, p. 154-155; CERVINI, R. 1998, p. 39-40; MACHADO, V. G. 2009; WACQUANT, L. 2001, p. 11;
- (3) Ver: MIRABETE, J. F. 1997, p. 30; CARVALHO, S. de. 2004, p. 148.
- (4) CERVINI, R. 1998, p. 36-37.
- (5) DOTTI, R. A. 1991, p. 93.
- (6) Nesse mesmo sentido, ver: CERVINI, R. Op. cit., p. 35-36; MOLINA, A. G. P. de; GOMES, L. F. 1997, p. 350-351.
- (7) BARATTA, A. 1991, p. 254.
- (8) MIRABETE, J. F. 1997, p. 30.
- (9) BITENCOURT, Cezar Roberto. **Falência da pena de prisão: causas e alternativas.**
- (10) Conferir: ROCHA, F. A. N. G. da. 2000, p. 65.
- (11) MACHADO, Vitor Gonçalves., p 5.
- (12) Nesse sentido: MOLINA, A. G. P. de; GOMES, L. F. 1997, p. 349-350.
- (13) ROCHA, F. A. N. G. da. Op. cit., p. 65.
- (14) RRI, E. 1998, p. 349.
- (15) MOLINA, A. G. P.; GOMES, L. F. 1997, p. 352.

- (16) GRECO, R. 2007, p. 493.
(17) MACHADO, Vitor Gonçalves, p.7
(18) FABRIZ, D. C. 1999, p. 215-216.
(19) FALCONI, R. 1998, p. 124.
(20) HERKENHOFF, J. B. 2001, p. 191-192.

V. BIBLIOGRAFIA

- BARATTA, Alessandro. Resocialización o control social – por um concepto crítico de reintegración social del condenado. In: ARAUJO JUNIOR, João Marcello (org.). Sistema penal para o terceiro milênio (atos do Colóquio Marc Ancel). 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 1991, p. 251-265.
- BECARIA, Cesare Bonesana. **Dos delitos e das penas**. Traduzido Lucia Guidicini e Alessandro Berti Contessa São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- BITENCOURT, Cezar Roberto. Falência da pena de prisão: causas e alternativas. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.
- BOBBIO, Norberto. **A era dos direitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- BITENCOURT, Cezar Roberto. **Tratado de Direito Penal: Parte Geral – Vol. 1**: Saraiva
- CERVINI, Raúl. Os processos de descriminalização. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1995.
- COELHO, Daniel Vasconcelos. **A crise no sistema penitenciário brasileiro**.
- DOTTI, René Ariel. Execução Penal no Brasil: aspectos constitucionais e legais. In: ARAUJO JUNIOR, João Marcello (org.). Sistema penal para o terceiro milênio (atos do Colóquio Marc Ancel). 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 1991, p. 80-101.
- FABRIZ, Dauri Cesar. A estética do direito. Belo Horizonte: Del Rey, 1999.
- FALCONI, Romeu. Sistema presidencial: reinserção social? São Paulo: Ícone, 1998.
- FERRI, Enrico. Princípios de direito criminal: o criminoso e o crime. 2. ed. Campinas: Bookseller, 1998.
- FOUCAULT, Michel. **Vigiar e Punir**. Traduzido por Raquel Ramalheite; 25ª edição. Petrópolis: Vozes, 2002
- HERKENHOFF, João Batista. Ninguém é irrecuperável. A Gazeta. Vitória, 29 fev. 2008, p. 03.
- LEMONS, Carlos Eduardo Ribeiro. A dignidade humana e as prisões capixabas. Vitória: Univila, 2007.
- MACHADO, Vitor Gonçalves. A reintegração social do preso. Uma análise sobre os principais discursos contrários e favoráveis à finalidade ressocializadora da pena. **Jus Navigandi**, Teresina, [ano 15, n. 2733, 25 dez. 2010](#).
- MACHADO, Vitor Gonçalves. O fracasso da pena de prisão. Alternativas e soluções. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 13, n. 2243, 22 ago. 2009. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/13381>>. Acesso em: 01 set. 2009.
- MIRABETE, Julio Fabbrini. Execução penal: comentários à Lei nº 7.210, de 11-7-1984. 8. ed. rev. e atual. São Paulo: Atlas, 1997.
- MOLINA, Antonio García-Pablos; GOMES, Luiz Flávio. Criminologia: introdução a seus fundamentos teóricos. 2. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1997.
- PIOVESAN, Flávia e Melina Girardi Fachin. **Direitos Humanos na Ordem Contemporânea - Proteção**

Nacional, Regional e Global - Volume V, Ed. Juruá, 2012, 616 págs.

ROCHA, Fernando A. N. Galvão da. Política criminal. Belo Horizonte: Mandamentos, 2000..

ROURE, Denise de. Panorama dos Processos de Reabilitação de presos. **Revista CONSULEX**. Ano III, nº 20, Ago. 1998

SILVA, Haroldo Caetano da. **Ensaio Sobre a Pena de Prisão**: Ed. Safe, 2009, 96p

TRINDADE, Lourival Almeida. A Ressocialização... uma (Dis)função da Pena de Prisão: Juruá editora, 2002, 64p.

VI. COPYRIGHT

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

PARADIGMAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE: COMPARAÇÃO ENTRE ABORDAGENS ORIENTADA A EVENTOS E ORIENTADA A NOTIFICAÇÕES

ROBSON D. XAVIER¹; JOÃO A. FABRO¹; PAULO C. STADZISZ^{1,2}; JEAN M. SIMÃO^{1,2}

1 – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA (PPGCA)

2 – PROGRAMA-CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. ELÉTRICA E INFORMÁTICA
INDUSTRIAL (CPGEI)

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)

CURITIBA, PARANÁ, BRASIL

robsondxavier@gmail.com, {fabro, stadzisz, jeansimao}@utfpr.edu.br

Resumo - Este artigo conceitua o estado da arte e o embasamento bibliográfico de dois paradigmas distintos de desenvolvimento de software que serão comparados, a saber, o emergente Paradigma Orientado a Notificações (PON) e o Paradigma Orientado a Eventos (POE). A comparação é teórico-prática, correlacionando características estruturantes em PON e POE e comparando-os em desempenho através da construção de um caso de estudo em ambos os paradigmas. PON tem inspiração em eventos, e.g. utilizando notificações em seu ciclo de execução implícito. Além disso, PON possui características aperfeiçoadas em relação a POE e, no atual estado da técnica, apresenta menor tempo de execução onde há variáveis com baixa variação de estado.

Palavras-chave: Paradigma Orientado a Eventos. Paradigma Orientado a Notificações. Paradigmas de Desenvolvimento de Software.

I. INTRODUÇÃO

As técnicas de programação baseadas no estado da arte contemplam, entre outros e particularmente, o Paradigma de Programação Orientado a Objetos (POO) e os Sistemas Baseados em Regras (SBR). Estes paradigmas podem ser genericamente classificados como Paradigma Imperativo (PI) e Paradigma Declarativo (PD) que englobam respectivamente o POO e os SBR (SIMÃO *et al.*, 2012).

Ao seu turno, o Paradigma Orientado a Notificações, acrônimo PON, incorpora conceitos próprios de PI e PD, assim englobando características como a flexibilidade algorítmica e possibilidade de abstração da POO, bem como representação do conhecimento em regras dos SBR. Além disso, sua organização estrutural é composta de unidades computacionais mínimas, altamente coesas e minimamente acopladas, que se comunicam em um ciclo de notificações (SIMÃO *et al.*, 2012).

Outrossim, POE é o Paradigma Orientado a Eventos, que dita um modelo de construção de *software* que tem como base o tratamento de eventos. No contexto de *software*, um evento produzido instiga uma ação em uma unidade computacional tratadora de eventos, em momento de ocorrência imprevisível e definido somente em tempo de execução (EUGSTER *et al.*,

2003) (FAISON, 2006) (HANSEN E FOSSUM, 2010) (ETZION E NIBLETT, 2011).

Isto posto, trabalhos anteriores realizaram comparações, em termos qualitativos e de desempenho, entre a atual materialização do PON (implementado em *framework otimizado* C++), com materializações puras de POO (Paradigma Orientado a Objetos) e Sistemas Baseados em Regras (SBR). Tais trabalhos apontaram que a materializações do PON tem melhor desempenho que SBRs com avançadas e (industrialmente) impactantes máquinas de inferência. Também são especificamente melhores que POO onde há muitas relações causais e variáveis com baixa ou média variação de estados (SIMÃO *et al.*, 2012).

Ademais, quanto mais aprimorada se dá a materialização do PON (em termos de otimização de estruturas de dados, por exemplo), melhores são os resultados (SIMÃO *et al.*, 2012). Atualmente, há pesquisas em andamento visando linguagens-compiladores para o PON, execuções suas em arquiteturas específicas de *hardware* (PETERS, 2012) e paralelas com distribuição de carga de *software* (BELMONTE, 2012). Estas novas materializações do PON têm melhorado tais resultados.

Não obstante estes avanços, ainda não há registros de comparações entre POE e PON. Justamente, este artigo se propõe a explicar, comparar e diferenciar o Paradigma Orientado a Eventos (POE) e o Paradigma Orientado a Notificações (PON), considerando aspectos qualitativos e quantitativos. Portanto, este artigo pretende responder a seguinte pergunta de pesquisa: quais são as semelhanças e diferenças entre o Paradigma Orientado a Eventos (POE) e o Paradigma Orientado a Notificações (PON)?

O artigo assim está organizado: a seção 2 reflete sobre os atuais paradigmas de programação; a seção 3 apresenta o “Paradigma Orientado a Notificações”; a seção 4 apresenta o “Paradigma Orientado a Eventos”; a seção 5 traz um caso de estudo construído em PON e POE; a seção 6 “Comparações PON versus POE” apresenta um comparativo entre PON e POE, abrangendo suas características e o resultado de experimento de desempenho; por fim a seção 7 “Conclusão” que apresenta as conclusões pertinentes ao estudo.

II. PARADIGMAS DE PROGRAMAÇÃO

A utilização de técnicas de PI, particularmente o POO, costuma atrair os desenvolvedores devido a questões como inércia cultural, riqueza de abstração e flexibilidades algorítmicas. Em PI, em suma, concebem-se programas como sequências de instruções utilizando-se buscas sobre entidades passivas (dados e comandos) organizadas segundo uma lógica de execução que envolve, inclusive, a avaliação de expressões causais (e.g. se-então) (BROOKSHEAR, 2012) (GABBRIELLI E MARTINI, 2010) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Particularmente, estas expressões são frequentemente avaliadas sem necessidade, degradando desempenho computacional. Isto pode ser pictoricamente exemplificado com um conjunto de expressões se-então que avaliam os estados de objetos em um laço de repetição ‘infinito’. Cada expressão condicional avalia estados de atributos de objetos e, se aprovada, chama alguns métodos destes que podem mudar estados de atributos (BROOKSHEAR, 2012), (GABBRIELLI E MARTINI, 2010) (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012). Isto é apresentado no Algoritmo 1 (SIMÃO *et al.*, 2012).

```

enquanto (verdade) faça
se ( (objeto1.atributo1 = 1) e (objeto2.atributo1 = 1) )
então objeto1.método1(); objeto2.método2();
fim-se
. . .
se ( (objeto1.atributoN = N) e (objeto2.atributoN = N) )
então objeto1.métodoN(); objeto2.métodoN();
fim-se
fim-enquanto
    
```

Algoritmo 1 – Pseudocódigo do Paradigma Imperativo

Observa-se no exemplo que o laço de repetição força sequencialmente a avaliação (inferência) de todas as condições. Entretanto, muitas destas são desnecessárias porque somente alguns objetos têm o valor de atributo modificado. Isto pode ser considerado pouco importante neste exemplo simples e pedagógico, sobretudo se o número N de expressões causais for pequeno. Contudo, se considerado um sistema complexo, com várias partes como aquela, pode-se ter grande diferença de desempenho (SIMÃO E STADZISZ, 2008) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Por sua vez, em PD, enfatizando SBR, existe a vantagem da programação em alto nível. Primeiro se define uma Base de Fatos composta por entidades similares a objetos com atributos e métodos. Depois se define a Base de Regras com relações causais relativas às entidades da Base de Fatos. Estas duas bases são processadas por meio de uma Máquina de Inferência que automaticamente compara regras e fatos (e.g. estados de atributos) gerando novos fatos e, portanto, um ciclo de inferência. Não obstante a organização e algoritmos eficientes de inferência, a programação em PD normalmente é computacionalmente cara em termos de estruturas de dados processadas (SCOTT, 2008) (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Entretanto, em uma análise mais profunda, PI e PD são similares no tocante à inferência que normalmente se dá por entidades monolíticas baseadas em pesquisas sobre entidades (quase) passivas que conduzem a programas com passos de execução interdependentes. Essas características contribuem para a existência de sobreprocessamento e forte acoplamento entre expressões causais e estrutura de fatos/dados, o que dificulta a execução dos programas de maneira otimizada, bem como paralela ou distribuída (GABBRIELLI E MARTINI,

2010) (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Ainda, outras abordagens como Programação Orientada a Eventos (POE) e Programação Funcional (PF) não resolvem esses problemas, mesmo reduzindo alguns deles como evitar certas redundâncias (SCOTT, 2008) (BROOKSHEAR, 2012) (SIMÃO *et al.*, 2012). Isto ocorre visto que o algoritmo em cada programa, módulo, função ou procedimento é codificado utilizando PD ou PI, deste modo implicando nas deficiências outrora delineadas como redundância de código e acoplamento, mesmo considerando que elas são atenuadas por eventos ou chamadas de funções (SIMÃO *et al.*, 2012).

O Paradigma Funcional, considerado um subtipo do PD, é assim chamado visto que sua operação fundamental se utiliza de funções como argumentos. Um programa é construído como uma função principal, que recebe argumentos de entrada e resulta em uma saída. A função principal é tipicamente definida em termos de outras funções, que também são definidas em termos de outras funções, dessa forma até que as funções elementares sejam as primitivas da linguagem de programação (HUGHES, 1989) (VAN ROY E HARIDI, 2004) (SCOTT, 2008) (BROOKSHEAR, 2012).

Mais além, como desdobramento do PF, o paradigma funcional reativo é uma forma de programação para trabalhar com valores mutáveis (i.e. fluxo contínuo). Dessa maneira fundamentado acerca da noção de valores que variam continuamente durante o tempo. A propagação de mudanças desses valores é importante, pois são automaticamente executadas através de um modelo de execução computacional implícito. Um exemplo elementar desse conceito seria o uso de uma planilha e a dependência entre células com dados e fórmulas que as relacionam (ELLIOTT E HUDAK, 1997) (VAN ROY, 2009) (BAINOMUGISHA *et al.*, 2013).

Peter Van Roy, a partir de seu trabalho em (VAN ROY E HARIDI, 2004), desenvolveu uma taxonomia para paradigmas de programação em (VAN ROY, 2009). O autor estabelece os quatro principais conceitos das linguagens de programação, a saber: registros (*record*), recipientes com escopo léxico (*closures*), independência (concorrência) e estado nomeado (*named state*).

A tabela 1 resume alguns paradigmas de programação segundo a taxonomia de Van Roy e seus quatro principais conceitos, a saber: (I) registro (*record*); (II) recipiente com escopo léxico (*closure*); (III) independência (concorrência) e (IV) estado nomeado (*named state*).

Tabela 1 – Paradigmas/conceitos (adaptado VAN ROY, 2009) (S)IM/(N)ÃO.

| Paradigma | Conceito | I | II | III | IV | Exemplo de linguagens de programação |
|--|----------|---|----|-----|----|--------------------------------------|
| Funcional | | S | S | N | N | Scheme, ML |
| Lógico | | S | S | N | N | Prolog |
| OO – Sequencial | | S | S | N | S | Java, Ocaml |
| OO – Concorrente (+threads) | | S | S | S | S | Smalltalk, Java |
| Ciclo de eventos (<i>event loop</i>) | | S | S | N | S | E in one vat |
| Objeto ativo / Objeto apto | | S | S | S | S | <i>Publish-Subscribe</i> , E |
| Funcional Reativo | | S | S | S | S | Fran, FrTime |

Em resumo, registro (*record*) é uma estrutura de dados, isto é, “*um grupo de referências para itens de dados com acesso indexado para cada item*” (e.g. *Exoskeleton.atExoskeletonState*). Recipientes com escopo léxico (*closures*) são análogos à soma do corpo do procedimento (*procedure*) com a declaração do procedimento (i.e. procedimentos, objetos, funções, classes, componentes de *software* são *closures*). Já independência é a capacidade de

construir *software* em partes independentes, dando suporte a concorrência (e.g. execução simultânea) (VAN ROY, 2009).

O quarto e último conceito é estado nomeado (*named state*). Isto diz respeito a capacidade de armazenar informação, de guardar uma sequência de valores no tempo em componente computacional. Ou seja, uma variável que registra e mantém valores durante um período de execução. Esta entidade é implementada usando uma memória interna nos componentes (*cell*) (VAN ROY, 2009). Exemplificando, de menor expressividade de estado o Paradigma Funcional (i.e. não há estado); e de maior expressividade de estado nomeado (i.e. estado compartilhado) os Paradigmas Imperativo (e.g. variável global) e Orientado a Objetos (e.g. variável de classe) (VAN ROY, 2009).

III. PARADIGMA ORIENTADO A NOTIFICAÇÕES

O PON encontra inspirações no PI, como a flexibilidade algorítmica e a abstração em forma de classes/objetos da POO. O PON também aproveita conceitos próprios do PD, como facilidade de programação em alto nível e a representação do conhecimento em regras dos SBR. Assim, o PON permite o uso (de parte) de ambos os estilos de programação em seu modelo, ainda que os evolua e mesmo os revolucione no tocante ao processo de inferência ou cálculo lógico-causal (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012).

O PON apresenta resposta a problemas destes paradigmas, como repetição de expressões lógicas e reavaliações desnecessárias delas (i.e. redundâncias estruturais e temporais) e, particularmente, o acoplamento forte de entidades quanto às avaliações ou cálculo lógico-causal. Justamente, o PON apresenta outra forma de realizar tais avaliações ou inferências via entidades computacionais de pequeno porte, ativas e desacopladas que colaboram por meio de notificações pontuais e são criadas a partir do 'conhecimento' de regras (SIMÃO *et al.*, 2012).

Mais precisamente, o PON possui objetos que tratam dos elementos da base de fatos, que são genericamente modelados pela classe *FBE* (*Fact Base Element*), conforme a Figura 1. Cada *FBE* trata de seus atributos por meio de objetos da classe *Attribute* e seus serviços por meio de objetos da classe *Method*. Os objetos *FBE*, por meio de seus *Attributes* e *Methods*, são passíveis de correlação causal por meio de *Rules*, as quais se constituem em elementos fundamentais do PON (SIMÃO E STADZISZ, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012).

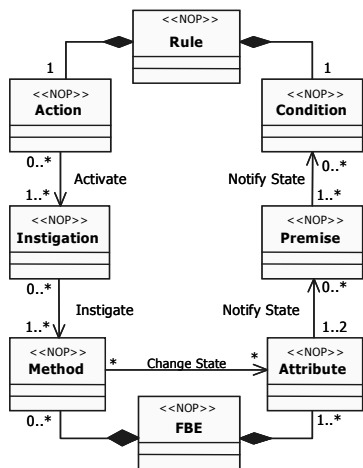


Figura 1 – Entidades PON (SIMÃO *et al.*, 2012)

A Figura 2 apresenta um exemplo de Rule, justamente na forma de uma regra causal. Na verdade, a *Rule* é uma entidade computacional composta por outras entidades, cf. Figura 1, as quais podem ser vistas como objetos. Por exemplo, a *Rule* apresentada é composta por um objeto *Condition* e um objeto *Action*. A *Condition* trata da decisão da *Rule*, enquanto a *Action* trata da execução das ações da *Rule*. Assim sendo, *Condition* e *Action* trabalham juntas para realizar o conhecimento lógico e causal da *Rule* (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012).

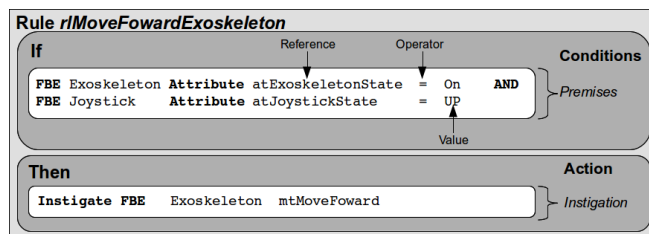


Figura 2 – Rule do Caso de Estudo (adaptado de Simão e Stadzisz, 2008)

A *Rule rlMoveFowardExoskeleton* apresentada na Figura 2 faz parte do caso de estudo implementado em PON. A *Condition* da *Rule* refere-se à decisão sobre a interação entre um *FBE 'Joystick'* e um *FBE 'Exosqueleto'*. Esta *Condition* tem dois objetos *Premises*. Estes realizam as seguintes verificações no tocante aos *FBEs*: a) o Exoesqueleto está ligado? b) o *Joystick* está para cima? Assim, conclui-se (em geral) que os estados de atributos de *FBEs* compõem os fatos avaliados pelas *Premises* (SIMÃO E STADZISZ, 2008) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Cada *Premise* avalia o estado de um ou dois *Attributes* de *FBE*, sendo que para cada mudança de estado de *Attribute* da *FBE*, ocorrem automaticamente avaliações (lógicas) somente nas *Premises* relacionadas com eventuais mudanças nos seus estados. Igualmente, a partir da mudança de estado das *Premises*, ocorrem automaticamente avaliações (causais) somente nas *Conditions* relacionadas com eventuais mudanças de seus estados. Isto se dá por uma cadeia de notificações entre objetos inteligentes, o que se constitui no fundamento do PON conforme modelado e esboçado na Figura 3 (SIMÃO E STADZISZ, 2008) (SIMÃO *et al.*, 2012).

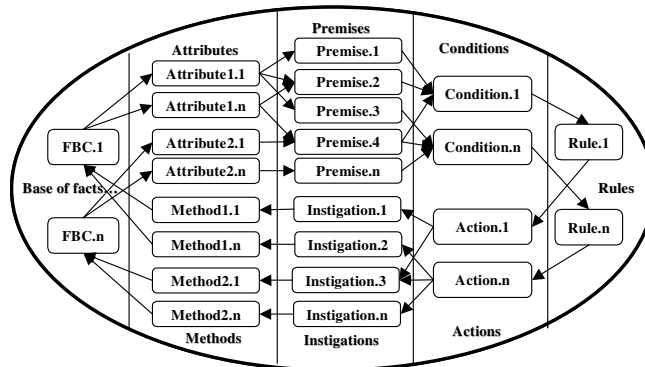


Figura 3 – Inferência por Notificações (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009)

Cada *Attribute* notifica somente as *Premises* relevantes sobre seus estados apenas quando necessário. Cada *Premise* similarmente notifica as *Conditions* relevantes dos seus estados. Baseado nestes estados notificados cada *Condition* pode ser aprovada. Se sim, a respectiva *Rule* pode ativar sua

Action. Ainda, o conhecimento de quem se deve notificar se dá na composição das *Rules* (SIMÃO E STADZISZ, 2008, 2009) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Por sua vez, uma *Action* também é um objeto que se conecta a outros objetos, as *Instigations*. No exemplo, a *Action* contém uma *Instigation* que instiga o Exosqueleto a andar para frente. Cada *Instigation* instiga um ou mais métodos para realizarem serviços de um *FBE*. Ainda, cada método de *FBE* é tratado por um *Method* cuja execução geralmente muda o estado de um ou mais *Attributes*. Estes conceitos de *Attribute* e *Method* seriam uma evolução dos conceitos similares da OO. A diferença é o desacoplamento explícito da classe proprietária e a colaboração pontual para com *Premises* e *Instigations* (SIMÃO E STADZISZ, 2008) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Isto considerado nota-se que a essência da computação no PON está organizada e distribuída entre entidades autônomas e reativas que colaboram por meio de notificações pontuais. Este arranjo forma o mecanismo de notificações, o qual determina o fluxo de execução das aplicações. Por meio deste mecanismo, as responsabilidades de um programa são divididas entre os objetos do modelo, o que permite execução otimizada e ‘desacoplada’ (i.e. minimamente acoplada) útil para o aproveitamento correto de mono-processamento, bem como para o processamento distribuído (SIMÃO E STADZISZ, 2009) (BELMONTE, 2012) (SIMÃO *et al.*, 2012).

A natureza do PON leva a uma nova maneira de compor *software*, onde os fluxos de execução são distribuídos e colaborativos nas entidades. Ainda, muito embora o PON permita compor *software* em alto nível na forma de regras, sem o conhecimento de sua essência, este conhecimento é deveras importante. Por exemplo, é importante saber dos impactos de desempenho e das estratégias de distribuição, como o agrupamento de elementos de maior fluxo de notificações juntos. Assim sendo, o PON permite uma nova maneira de estruturar, executar e conceber os artefatos de *software* (SIMÃO E STADZISZ, 2008) (SIMÃO *et al.*, 2012).

Atualmente, o PON está materializado na forma de um *Framework* implementado na linguagem de programação C++ enquanto uma linguagem-compilador PON está em desenvolvimento. Um paradigma pode se materializar em outro, e isto é natural em paradigmas emergentes, e.g. um programa POO feito em linguagem procedimental, como a primeira implementação da linguagem C++, que era um tradutor desta linguagem em código fonte em linguagem C (STROUSTRUP, 1996). Todavia seria mais conveniente e apropriado um ambiente efetivamente voltado para o PON (SIMÃO *et al.*, 2012).

Neste ínterim, a materialização do PON dita primária foi comparada em termos de desempenho com implementações PI/POO e PD/SBR. No caso de PI/POO houve comparações com programas C++/OO usuais (SIMÃO *et al.*, 2012). No caso de PD/SBR, houve comparações com dois *shells*, *CLIPS* e *RuleWorks*, que usam o eficiente motor de inferência RETE. Estas comparações apresentaram resultados a favor do PON, ainda que sobre *toy problems*. Também houve comparações qualitativas e assintóticas favoráveis ao

PON em relação a motores de inferência como RETE, TREAT, LEAPS e HAL (SIMÃO *et al.*, 2012).

Todavia, outros testes sobre aplicações reais se fizeram necessários para verificar a eficiência e eficácia do PON, em termos de desempenho, particularmente em relação ao dominante POO. Tais testes mostram que a materialização do PON é melhor que POO onde há muitas relações causais e variáveis com baixa ou média variação de estados (SIMÃO *et al.*, 2012).

Ademais, quanto melhor for a materialização do PON (e.g. em termos de otimização de estruturas de dados), melhores são os resultados de desempenho do PON. Essa afirmação advém da comparação entre o *Framework* PON Prototípico e o *Framework* Primário, e do mesmo modo da comparação entre o *Framework* Primário e a nova versão *Framework* PON Otimizado (SIMÃO *et al.*, 2012).

IV. PARADIGMA ORIENTADO A EVENTOS

Para compreender o Paradigma Orientado a Eventos é necessário articular o conceito de evento em relação a *software*. Faison, que é um dos autores da área de estudo do POE, define evento e notificação (FAISON, 2006):

“Um evento é uma condição detectada que pode disparar uma notificação. Uma notificação é um sinal provocado por um evento, enviada para um receptor definido em tempo de execução.”

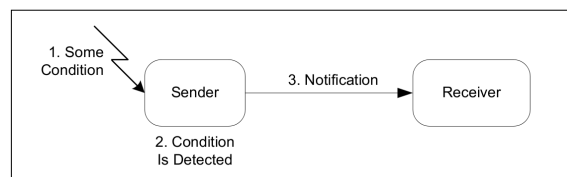


Figura 4 – Evento, condição detectada, notificação (FAISON, 2006)

Na mesma linha, Etzion e Niblett definem *evento* como uma ocorrência dentro de um sistema ou domínio particular (ETZION E NIBLETT, 2011). Os autores instituem outro significado da palavra *evento*, traduzindo-a como uma entidade evento de programa (e.g. objeto do POO) que representa uma dada ocorrência em um sistema computacional.

Primordialmente, o Paradigma Orientado a Eventos é o modelo de construção de *software* que trata eventos. Um evento pode ser um botão pressionado, uma interrupção de *hardware*, um *timer* ou uma mensagem recebida, oriundo de um sujeito, produtor, publicador, usuário, interface, componente, sensor ou sistema. Esse evento instiga uma determinada ação (i.e. função, método, processo ou comportamento). A ação comumente está contida em um tipo determinado de módulo, como um bloco, objeto, observador, consumidor ou até mesmo agente (figura 5). Ademais, eventos ocorrem em sequência imprevisível e definida somente em tempo de execução (EUGSTER *et al.*, 2003) (FAISON, 2006) (MÜHL *et al.*, 2006) (HANSEN E FOSSUM, 2010) (MCKELLAR, 2012) (SIMÃO *et al.*, 2012) (LE *et al.*, 2013).

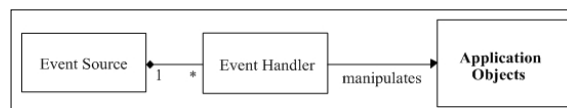


Figura 5 – Paradigma Orientado a Eventos (HANSEN E FOSSUM, 2010)

Jessica McKellar e Stephen Ferg relacionam técnicas do POE. McKellar caracteriza que Programação Orientada a Eventos é um paradigma de programação no qual o fluxo de execução é determinado por eventos externos. É definido por um ciclo de eventos (*event loop*) e uso de *callbacks* para realizar ações quando eventos acontecem (MCKELLAR, 2012). Ferg, por sua vez, complementa as técnicas de POE elencando-as como tratadoras de eventos (e.g. fila de eventos ou ciclo de eventos, *event handler*, *dispatcher*, *biding*, *registered-event handler*). Demonstra a utilização da Programação Orientada a Objetos Dirigida a Eventos (*Object-Oriented Event-Driven Programming*), ou seja, POO para tratamento de eventos (FERG, 2006).

São ressaltadas duas técnicas, a primeira baseada no padrão de projeto *Observer* (GAMMA *et al*, 1995), que é sinônimo das técnicas de *callback* ou tratamento registrado de eventos (*registered-event handler* ou *publish/subscribe*). A outra técnica refere-se à Máquina de Estados – padrão de projetos *State* (GAMMA *et al*, 1995) (HANSEN E FOSSUM, 2010). Ambas as técnicas figuram também em (FAISON, 2006) e (ETZION E NIBLETT, 2011).

Logo, soluções POE são construídas através de técnicas inerentes aos paradigmas elementares, a saber, do Paradigma Imperativo (tanto Procedimental quanto Orientado a Objetos). Tanto que POE é visto com um subtipo do Paradigma Procedimental (BROOKSHEAR, 2012) ou complementar ao POO (FERG, 2006) (FAISON, 2006) (HANSEN E FOSSUM, 2010). Além disso, programação funcional e orientada a eventos usadas em conjunto seria algo comum (e.g. ponteiros para funções, C++ *functors* e programação funcional reativa) (VAN ROY, 2009) (HANSEN E FOSSUM, 2010) (SIMÃO *et al.*, 2012) (BAINOMUGISHA *et al.*, 2013).

O ciclo de eventos (*event loop*) e POE são largamente utilizados na indústria. Esta técnica é a base para a concepção, por exemplo, para o tratamento de eventos de interface ao usuário em sistemas operacionais (e.g. *widjets*, GUIs, controle de dispositivos de entrada como teclado, dispositivo apontador – *mouse*, *touchpad*, *joystick*). Referências são *Windows MFC*, *Microsoft .NET/C#*, *X.Org XWindowProtocol*, *Digia QT*, *Java AWT*, *TwistedMatrixLabs Twisted*, *Microsoft VisualBasic*, *Embarcadero Delphi/Object Pascal*.

Ademais, os autores advogam vantagens na utilização de POE. Um modelo orientado a eventos para *software* geralmente é uma boa escolha quando o programa realiza muitas tarefas que são largamente independentes, dessa forma não existe intercomunicação ou espera entre elas. Aplicações de rede geralmente contemplam essas propriedades sendo candidatas ao POE (MCKELLAR, 2012).

Os autores (DABEK *et al.*, 2002) e (LE *et al.*, 2013) acrescentam que utilizar POE requer menor esforço de desenvolvimento e pode levar a *software* mais robusto. Da mesma forma, um sistema baseado em eventos reduz a sua complexidade como um todo (FAISON, 2006). Seriam características intrínsecas de POE o baixo acoplamento, o controle baseado em estado e a capacidade de computação concorrente e distribuída (HANSEN E FOSSUM, 2010).

Em contrapartida, a complexidade aumenta para entender todo um conjunto de elementos computacionais necessários para resolver um determinado problema. De um lado, partes menores que interagem em um *software* baseado em eventos geralmente são mais simples sob o ponto de vista estrito do código, neste caso, propiciando componentes menores, razoavelmente coesos e desacoplados. Por outro lado, aumenta-se a dispersão da lógica e os relacionamentos no *software*, sendo necessário percorrer e compreender todo o conjunto de unidades de uma solução (FAISON, 2006) (EDWARDS, 2009) (BAINOMUGISHA *et al.*, 2013).

V. CASO DE ESTUDO: SIMULADOR DE TRANSPORTE INDIVIDUAL

Este artigo apresenta um caso de estudo onde um piloto guia um exoesqueleto e seu respectivo braço mecânico. É um *software* simulador que recebe eventos de um *joystick*, uma chave liga/desliga e um botão. A chave liga e desliga um dado exoesqueleto e o botão liga e desliga o seu respectivo braço mecânico. O *joystick* movimenta ora o próprio transporte exoesqueleto ora o braço mecânico, caso esse esteja ligado. Dessa forma, o *joystick* movimenta o exoesqueleto nos eixos X e Y, bem como controla o braço mecânico nos eixos X, Y e Z, conforme Figura 6.

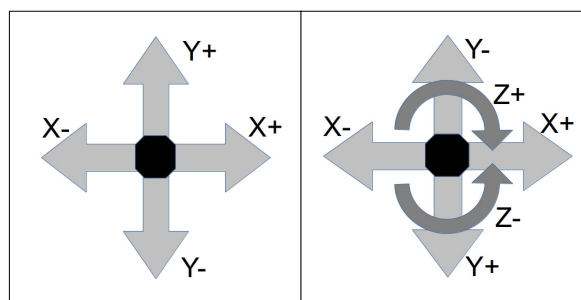


Figura 6 – Movimentos do joystick para mover o exoesqueleto (esquerda) ou o braço mecânico (direita)

A figura 7 mostra as funções do simulador através de um diagrama de caso de uso em UML.

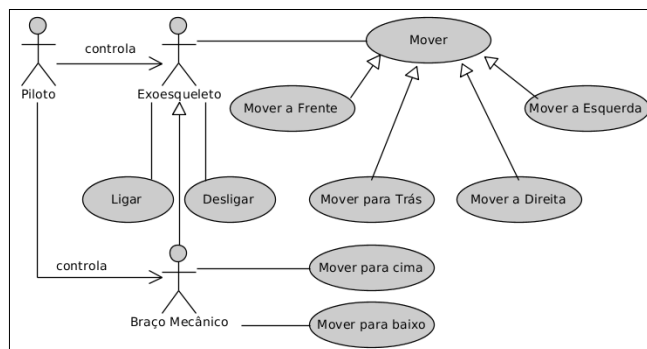


Figura 7 – Funções do exoesqueleto e do braço mecânico

A figura 8 demonstra o diagrama de atividades em UML para o caso de estudo.

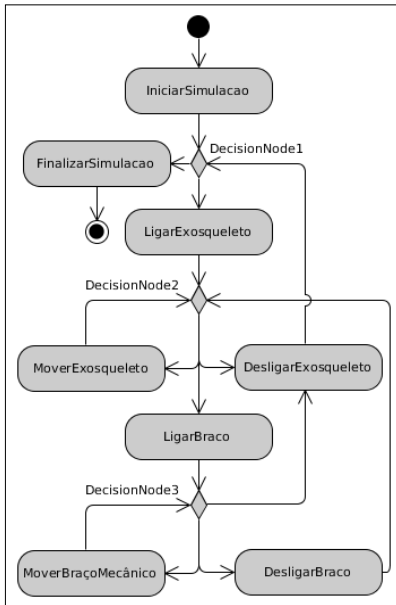


Figura 8 – Progressão da simulação em atividades

No diagrama de atividade UML, o nó de decisão (*decision node*) demonstra graficamente uma tomada de decisão, para escolha de atividades subsequentes, baseada em um conjunto de condições. Neste sentido, após a tomada de decisão uma ação é executada no ambiente de simulação. Neste contexto, o objetivo é comparar as características de software construído em PON e POE para tratamento de eventos discretos. Dessa forma, os eventos recebidos da chave, do botão e do joystick são utilizados pelo software para tomada de decisão.

Isto dito, a partir dos experimentos elaborados em trabalhos anteriores como (SIMÃO *et al.*, 2012), este trabalho implementa o caso de estudo *Simulador de Transporte Individual* a partir do avanço obtido com o Framework PON dito Otimizado em C++. A figura 9 apresenta o modelo estrutural em PON através de um diagrama de classes UML, identificando os elementos que compõe a base de fatos FBE – esteriótipo <<NOP_FBE>> – e a aplicação PON (i.e. esteriótipo <<NOP_Application>>).

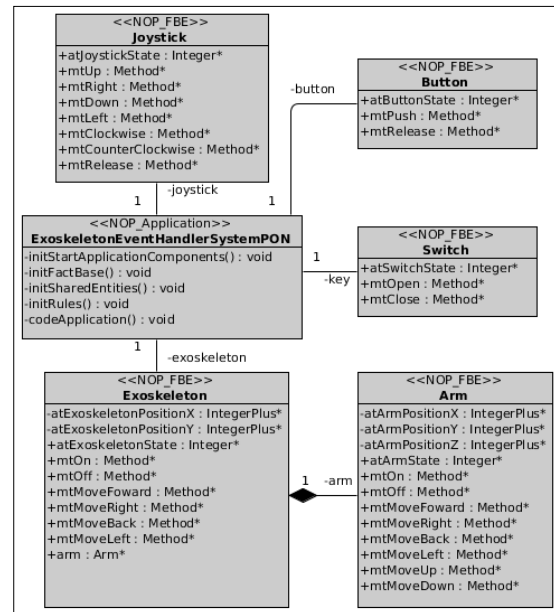


Figura 9 – Classes do software caso de estudo em PON

Para cumprir os requisitos do caso de estudo foram implementadas 14 Rules listadas na tabela 2.

Tabela 2 – Regras e métodos instigados do software do caso de estudo Exosqueleto e Braço Mecânico em PON.

| Rule | Nome | Método instigado |
|------|-------------------------|----------------------|
| 1 | rITurnOnExoskeleton | Exoskeleton→mtOn |
| 2 | rITurnOffExoskeleton | Exoskeleton→mtOff |
| 3 | rIMoveFowardExoskeleton | Exoskeleton→mtFoward |
| 4 | rIMoveRightExoskeleton | Exoskeleton→mtRight |
| 5 | rIMoveBackExoskeleton | Exoskeleton→mtBack |
| 6 | rIMoveLeftExoskeleton | Exoskeleton→mtLeft |
| 7 | rITurnOnArm | Arm→mtOn |
| 8 | rITurnOffArm | Arm→mtOff |
| 9 | rIMoveFowardArm | Arm→mtMoveFoward |
| 10 | rIMoveRightArm | Arm→mtMoveRight |
| 11 | rIMoveBackArm | Arm→mtMoveBack |
| 12 | rIMoveLeftArm | Arm→mtMoveLeft |
| 13 | rIMoveUpArm | Arm→mtMoveUp |
| 14 | rIMoveDownArm | Arm→mtMoveDown |

As Rules foram identificadas consoante correspondência com o Diagrama de Atividades em UML (Figura 8), conforme definido no processo de software Desenvolvimento Orientado a Notificações (DON) (WIECHETECK *et al.*, 2011). Acerca de demais aspectos técnicos de uso do framework foram tomados como base trabalhos anteriores como (RONSKCA, 2012) e (SIMÃO *et al.*, 2012).

Ao seu turno, em POE, para realizar o caso de estudo *Simulador de Transporte Individual* foram construídas treze (13) classes em C++: *EventGenerator* generalização de *Switch*, *Button* e *Joystick*; *Transport* generalização de *Exoskeleton* e *Arm*; *StateMachineHandlerSystem* (i.e. classe de principal de sistema, responsável também por executar o *binding* – relacionamento entre classes); e classes das técnicas *Dispatcher* (1) e *State Pattern* (4). Além disso, C++ *enums* foram utilizadas para as compor os tipos de estado dos objetos.

Em POE, implementou-se relação indireta entre os objetos transmissores e objetos receptores, através de um objeto (ou componente) despachante – *Dispatcher Handler* (FERG, 2006)(FAISON, 2006). A Figura 10 mostra um

excerto do projeto estrutural dessa solução. Desse modo, os objetos transmissores não têm conhecimento dos objetos receptores, oferecendo desacoplamento. O *Dispatcher* seria o responsável por endereçar e redirecionar as chamadas, desacoplando os eventos das ações através de um ciclo de reconhecimento de eventos (*event loop*).

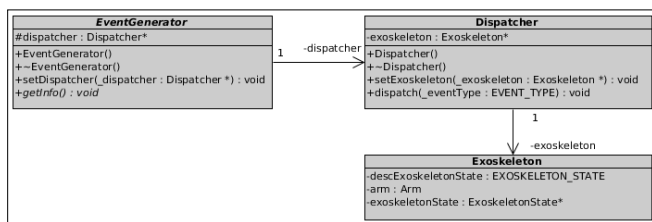


Figura 10 – excerto Diagrama de Classe em POE – *Dispatcher*

Ademais, para cumprir requisitos do funcionamento da aplicação segundo um dado contexto específico (e.g. braço ligado ou desligado), bem como da necessidade de remapear os eventos de um único *joystick* (mover ora o exoesqueleto ora o braço), uma Máquina de Estados foi utilizada e implementada através de *State* (GAMMA ET. AL, 1995). *State Pattern* provê uma distribuição da lógica da execução em uma hierarquia de subclasses através de polimorfismo. Ou seja, dependendo do estado do exoesqueleto, uma respectiva instância dessa subclasse irá executar os métodos de acordo.

Especificamente, um objeto da Classe *Exoskeleton* é associado dinamicamente para instâncias das subclasses da hierarquia *ExoskeletonState*, a saber *ExoskeletonOFF*, *ExoskeletonONArmOFF* e *ExoskeletonONArmON*, que encapsulam os comportamento corretos para cada estado, de acordo com cada contexto de funcionamento do exoesqueleto (desligado, ligado braço-desligado, ligado braço-ligado).

A Figura 11 demonstra um excerto do projeto estrutural dessa solução de lógica distribuída usando o padrão Máquina de Estados (*State*) para realizar o remapeamento de eventos do *joystick*.

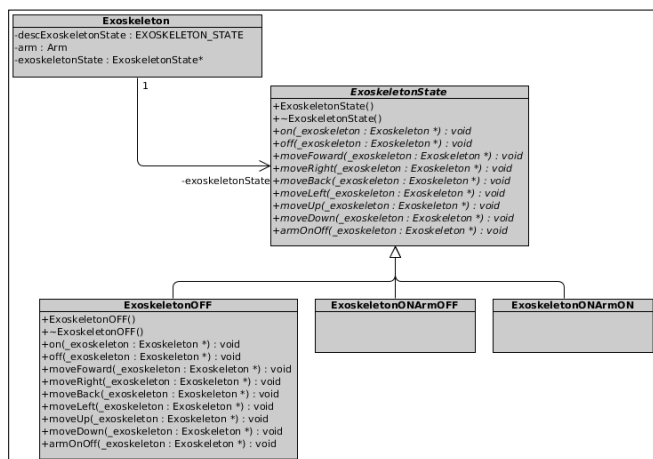


Figura 11 – excerto Diagrama de Classe em POE – *State Pattern*

VI. COMPARAÇÕES POE VERSUS PON

Primeira e resumidamente, associamos os principais conceitos de ambos paradigmas. Programar em PON consiste em construir *software* sob um viés de alto nível, por meio de regras, relacionando *Rules* e *FBEs* (característica

herdada de PD/SBR). Nesse contexto, *Rules* relacionam métodos para execução definindo o que executar e não como executar. Já sua estrutura de execução implícita é um ciclo via notificações, composto de unidades computacionais mínimas que trabalham em sinergia.

No entanto, o modelo de programas em POE consiste em construir *software* que processe eventos que ocorram em tempo indeterminado. Um evento instiga uma ação em uma unidade computacional (de qualquer tamanho ou complexidade). Ou seja, elaborar tecnicamente o *software* em POE compreende compor componentes computacionais para tratar e processar eventos.

Além disso, correlaciona-se POE e PON segundo as quatro principais características dos paradigmas de programação, realizando uma análise sob a perspectiva da taxonomia de Van Roy (VAN ROY, 2009).

(I) Característica Registro (*Record*): POE possui através do suporte dado pelas linguagens de programação hospedeiras do paradigma. PON possui, herdado da soma POO e SBR (e.g. *FBEs* são compostos de propriedades e comportamentos, como o *FBE Exoskeleton* possui a propriedade *Exoskeleton*→*atExoskeletonPositionX*). Além, podem ser compostos e decompostos dinamicamente.

(II) Característica Recipiente de Escopo Léxico (*Closures*): POE possui através do suporte dado pelas linguagens de programação hospedeiras do paradigma. PON possui, herdado da soma POO e SBR. Cada unidade computacional é uma *closure* em PON. Tanto no nível micro (*Attribute*, *Premise*, *Action*, *Instigation*, *Method*), quanto no nível macro (*FBE*, *Condition* e *Rule*). *FBE* é a composição de *Attributes* e *Methods*. *Condition* é cálculo condicional notificado pelas *Premises*. A *Rule* compõe a declaração para o cálculo lógico causal, notificada pelas *Conditions* e notificam as *Actions*. Todas as unidades computacionais em PON são cidadãos de primeira classe (*first class citizen*). Além, podem ser compostos e decompostos dinamicamente.

(III) Independência (concorrência): POE não possui em *Event Loop*, PP e POO sequencial. POE possui em POO concorrente, *Publish/Subscribe* e PFR. PON possui e revolucionariamente pode distribuir qualquer parte do programa conforme fundações teóricas e pesquisas (BELMONTE, 2012)(PETERS, 2012). Em PON seria possível distribuir um programa com *Attributes*, *Methods* ou *Rules* em *hardware* ou *software*; ou em quaisquer máquinas, processos, memórias diferentes; ou até mesmo em uma malha de execução computacional.

(IV) Estado nomeado (*named state*): POE possui através de expressividade de passagem de mensagem (*message passing*), bem como pelo suporte dado pelas linguagens de programação hospedeiras do paradigma. PON possui, herdado da OO. Além, cada unidade computacional guarda seu próprio estado, configurando mínimo acoplamento e máxima coesão (e.g. não partilham o estado). Na definição de Van Roy PON implementa célula local (*local cell*) em nível micro (i.e. para cada unidade computacional).

A Tabela 3 inclui PON na taxonomia de Van Roy contrapondo POE. Ademais, as quatro principais características em PON são realçadas com S+, visto que o paradigma possui as características aperfeiçoadas.

Tabela 3 – PON incluso na Taxonomia (adaptado de VAN ROY, 2009).

| Paradigma | Conceito | I | II | III | IV | Exemplo de linguagens de programação |
|--|----------|----|----|-----|----|--------------------------------------|
| OO – Concorrente (+threads) | | S | S | S | S | Smaltalk, Java |
| Ciclo de eventos (<i>event loop</i>) | | S | S | N | S | E in one vat |
| Objeto ativo / Objeto apto | | S | S | S | S | <i>Publish-Subscribe</i> , E |
| Funcional Reativo | | S | S | S | S | Fran, FrTime |
| Orientado a Notificações (PON) | | S+ | S+ | S+ | S+ | Em desenvolvimento. |

Por fim, PON emprega o conceito de notificação de Orientação a Eventos em seu modelo de execução implícito (i.e. ciclo de notificações). As notificações ocorrem nas trocas de mensagem entre as unidades computacionais mínimas.

Para o experimento de tempo de execução foi utilizada uma classe acessória já presente no *framework* PON Otimizado C++, exportada para tal finalidade para medir o tempo de execução de forma idêntica em todas as execuções de cada solução. A plataforma de execução dos testes foi o sistema operacional e respectivo *kernel* 2.6.32-56-generic #118-Ubuntu SMP x86_64 GNU/Linux, e o processador foi um Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU modelo T7700 velocidade @ 2.40GHz de 64 bits, em um ambiente livre de preempções ou interrupções de sistema operacional.

Para a simulação e execução em ambas as abordagens POE e PON de forma idêntica, o método utilizado e automatizado contemplou os passos conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Passos do experimento da execução do caso de estudo.

1. Estado inicial exoesqueleto desligado e joystick em posição neutra;
2. Ligar o exoesqueleto (chave fechada);
3. Mover o joystick *n*-passos para cada direção (X+, Y+, X-, Y-, Z+, Z-);
4. Mover o joystick para a posição neutra;
5. Ligar o braço mecânico (acionar o botão);
6. Mover o joystick *n*-passos para cada direção (X+, Y+, X-, Y-, Z+, Z-);
7. Mover o joystick para a posição neutra;
8. Desligar o braço mecânico (acionar novamente o botão);
9. Desligar o exoesqueleto;
10. Mover o joystick *n*-passos para cada direção (X+, Y+, X-, Y-, Z+, Z-);
11. Mover o joystick para a posição neutra.

Cada *software* (POE e PON) foi executado quatro vezes em sequência, descartando a primeira execução por conta do carregamento do mesmo para diminuir diferenças nos tempos de execução. Todas as execuções foram feitas em iterações em um ciclo automatizado de 100 vezes, dando uma média em milissegundos por execução. Ainda, realizou-se a média aritmética simples para as três execuções calculando também o coeficiente de variação (desvio padrão dividido pela média). A Tabela 5 apresenta os resultados do experimento de tempo de execução.

Tabela 5 – Tempos de resposta (ms) do experimento de desempenho.

| <i>n</i> -passos | StateMachineHandlerPOE (ms) | ExoskeletonPON (ms) |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 100 | 751.34 | 695.70 |
| 100 | 750.49 | 707.26 |
| 100 | 750.48 | 707.14 |
| Média (100) | 750.77 ± 0.00 | 703.36 ± 0.01 |
| 1.000 | 763.65 | 769.99 |
| 1.000 | 763.66 | 770.30 |
| 1.000 | 763.74 | 770.02 |
| Média (1.000) | 763.68 ± 0.00 | 770.10 ± 0.00 |
| 10.000 | 739.35 | 1192.32 |
| 10.000 | 739.05 | 1211.10 |
| 10.000 | 739.12 | 1204.76 |
| Média (10.000) | 739.17 ± 0.00 | 1202.73 ± 0.01 |
| 100.000 | 773.11 | 5553.40 |
| 100.000 | 786.70 | 5609.12 |
| 100.000 | 785.94 | 5786.07 |
| Média (100.000) | 781.91 ± 0.01 | 5649.53 ± 0.02 |

VII. CONCLUSÃO

Em POE ao utilizar a técnica Máquina de Estados com implementação através de *State Pattern*, a lógica de funcionamento de um componente fica dispersa em instâncias diferentes (i.e. objetos). Os comportamentos *exoesqueleto desligado*, *exoesqueleto ligado* e *braço desligado*, *exoesqueleto ligado* e *braço ligado* são instâncias de uma hierarquia de classes. Todos esses comportamentos relacionam-se a um único componente Exoesqueleto. Ou seja, instâncias de classes diferentes para simular um comportamento de um único objeto.

Isso contrasta com PON, onde um *FBE* encapsula logicamente seus atributos e comportamentos. As *Rules* que definem e diferenciam as formas de execução dos comportamentos, através do conjunto inter-relacionado premissa, condição, regra e instigação. Dessa maneira, pode-se afirmar que PON propicia separação clara de responsabilidade entre os componentes de *software* e seus relacionamentos. E mais além, foi mais fácil construir *software* em PON.

Quanto ao experimento sobre tempo de execução PON mostrou desempenho maior relação ao POE com *n*-passos igual a 100 e desempenho menor nos outros casos. O tratamento de eventos constitui-se de várias avaliações causais com muitas mudanças de estados das variáveis, sendo desfavorável ao PON no atual estado da técnica.

Almeja-se pesquisas do estado da técnica em PON (melhorias no *framework*), comparação PON versus POE com *Observer*, expansão da taxonomia de Van Roy incluindo PON e comparação PON versus Funcional Reativo. A comparação efetivamente será justa tecnicamente a partir da linguagem, compilador ou processador nativo em PON.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAINOMUGISHA, E., LOMBIDE CARRETON, A., VAN CUTSEM, T., MOSTINCKX, S., DE MEUTER, W. **A Survey on reactive programming**. ACM Comput. Surv. 45, 4, Article 52, 2013.
- BELMONTE, D., SIMAO, J. M., STADZISZ, P. C. **Proposta de um método para distribuição de carga de trabalho usando o Paradigma Orientado a Notificações (PON)**. Revista SODEBRAS. Volume 8, Nº 84, Dezembro/2012.
- BROOKSHEAR, J. G. **Computer Science: An Overview**. 11o ed. Addison-Wesley. 2012.
- DABEK, F., ZELDOVICH, N., KAASHOEK, F., MAZIÈRES, D., MORRIS, R. **Event-driven programming for robust software**. ACM SIGOPS EW 10. 2002.
- EDWARDS, J. **Coherent reaction**. 24th ACM SIGPLAN OOPSLA '09. ACM, New York, NY. 2009.
- ELLIOTT, C. HUDAK, P. **Functional reactive animation**. SIGPLAN Not. 32, 8. August, 1997.
- ETZION, O, NIBLETT, P. **Event Processing in Action**. ManningPublication. 2011.
- EUGSTER, P. T. FELBER, P. A. GUERRAOU, R. KERMARREC, A. **The many faces of publish/subscribe**. ACM Comput. Surv. 2003.
- FAISON, T. **Event-Based Programming: Taking Events to the Limit**. Apress Berkeley 2006.
- FERG, S. **Event-Driven Programming: Introduction, Tutorial, History**. 2006. Disponível em http://sourceforge.net/projects/eventdrivenpgm/files/event_driven_programming.pdf/download Acessado em 17/02/2014.

GABBRIELLI, M., MARTINI, S. **Programming Languages: Principles and Paradigms**. Series: Undergraduate Topics in Computer Science. 2010.

GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. **Padrões de Projeto: Soluções Reutilizáveis de Software Orientado a Objetos**. Editora Bookman, 2000.

HANSEN, S., FOSSUM, T. V. **Event Based Programming**. Kenosha WI, May 23, 2010.

HUGHES, J. **Why Functional Programming Matters**. In: Computer Journal, Vol. 32, No. 2, and in Research Topics in Functional Programming, Addison Wesley, 1989.

LE, T.G., FEDOSOV, D., HERMANT, O., MANCENY, M., PAWLAK, R. AND RIOBOO, R. **Programming Robots with Events**. Embedded Systems: Design, Analysis and Verification. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, 2013.

MCKELLAR, J. **Twisted**. From: "The Architecture of Open Source Applications, Volume II". Edited by A. Brown and G. Wilson. Creative Commons. 2012.

MÜHL, G., FIEGE, L. AND PIETZUCH, P. **Distributed Event-Based Systems** Springer. NY Inc., USA, 2006.

PETERS, E. **Coprocessador para aceleração de aplicações desenvolvidas utilizando paradigma orientado a notificações**. Diss. Mestrado, CPGEI/UTFPR, Curitiba, 2012.

RONSZCKA, A. F. **Contribuição para a concepção de aplicações no paradigma orientado a notificações (PON) sob o viés de padrões**. Dissertação de Mestrado, CPGEI/UTFPR, Curitiba-PR, Brasil, 2012.

SCOTT, M. L. **Programming Language Pragmatics**. 3o Edition, San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2008.

SIMÃO, J. M.; STADZISZ, P. C. **Paradigma Orientado a Notificações (PON) – Uma Técnica de Composição e Execução de Software Orientado a Notificações**. Pedido de Patente junto ao INPI/Brazil em 2008 e a Agência de Inovação/UTFPR em 2007. INPI Efetivo PI0805518-1.

SIMÃO, J. M.; STADZISZ, P. C. **Inference Process Based on Notifications: The Kernel of a Holonic Inference Meta-Model Applied to Control Issues**. IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics. Systems and Humans. 2009.

SIMÃO, J. M.; BANASZEWSKI, R. F.; TACLA, C. A.; STADZISZ, P. C. **Notification Oriented Paradigm (NOP) and Imperative Paradigm: A Comparative Study**. Journal Software Engineering Applications – JSEA. 2012.

STROUSTRUP, B. **A history of C++: 1979-1991**. In *History of programming languages II*, ACM, USA. 1996.

VAN ROY, P, HARIDI, S. **Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming**. MIT Press, 2004.

VAN ROY, P. **Programming Paradigms for Dummies: What Every Programmer Should Know**. In: New Computational Paradigms for Computer Music. p. 9-47. G. Assayag and A. Gerzso (eds.), IRCAM/France, 2009.

WIECHETECK, L. V. B.; STADZISZ, P. C.; SIMÃO, J. M.; **Um Perfil UML para o Paradigma Orientado a Notificações (PON)**. III COMTEL, Peru, 2011.

IX. COPYRIGHT

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

ESFORÇOS DO E-COMMERCE BRASILEIRO NA RETENÇÃO DE CLIENTES

KANAN MARTINS DE MORAES¹; ALEXANDRE LUZZI LAS CASAS²

1 – MESTRANDO EM ADMINISTRAÇÃO PELA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

2 – PROFESSOR TITULAR DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
kananadm@bol.com.br

Resumo - O artigo aborda o assunto de e-commerce brasileiro na retenção de clientes, no qual o mundo virtual ganha espaço significativo para o mercado consumidor. O surgimento e avanço da internet acarretaram mudanças no comportamento do consumidor, além da oportunidade identificada pelas empresas nesse “novo mercado”. Os profissionais de marketing adaptaram ferramentas para atender o público de forma personalizada, com foco no relacionamento com o cliente e com esforços para retê-lo no mercado de e-commerce. Pesquisa realizada com os clientes de E-commerce brasileiro, porém, demonstram que o marketing focado nele ainda não é um fator determinante para ser fidelizado, comprando sempre das mesmas empresas que tentam promover propagandas individualizadas.

Palavras-chave: E-Commerce. Fidelização. Retenção de Clientes.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente muitos estudos de marketing estão focando ferramentas novas proporcionadas pelo avanço tecnológico e das redes de comunicação mundial. Fala-se na agilidade e capacidade de se comunicar com o mundo inteiro, proporcionadas pela internet, além do grande crescimento que a internet teve por ser um meio de comunicação barato, onde é possível coletar e armazenar dados facilmente. Talvez a maior evolução seja para as empresas, pois antes o marketing focava a comunicação unilateral (das empresas para os clientes), fato que mudou com o aparecimento de sites empresariais, atendimento ao cliente online, fóruns e sites de relacionamento onde a comunicação tornou-se bidirecional.

Segundo Kotler (2000), o marketing era uma ferramenta importante nos anos 80 para caracterizar os produtos, o ponto de venda e os canais de distribuição, determinar preço e ferramentas de promoção. Com o surgimento do ambiente virtual, o aumento da concorrência e da oferta de produtos, entre outros fatores, o mercado se tornou mais complexo.

Alguns autores sugerem que conceitos, como o marketing um-a-um, são tentativas de se buscar novos valores em ideias já definidas pelos conceitos e abordagens tradicionais do marketing. Porém, outros são mais críticos em seus posicionamentos sobre essa questão. Em discussão

acerca da cientificidade do marketing, Martinez Tercero (2000), faz críticas à falta de rigor teórico em diversas “novas teorias” na área, como Marketing Direto, Marketing Um-a-Um, Turbo-Marketing, entre outras. Ele alega que estas supostas novas teorias são normativas, não tem caráter científico, sendo apenas especulações filosóficas.

As empresas de E-commerce no país buscam compreender sua política de relacionamento com os clientes, focando-se em observar a política de lealdade que utiliza no intuito de se observar o nível de retenção que proporcionará. A pesquisa de Verhoef (2003) propõe que alguns fatores como a satisfação e a equidade de pagamento, não influenciam fortemente sobre o fator de retenção de clientes. Logo, a percepção de políticas de lealdade como oferecimento de descontos e programas de lealdade, resultará em fortes ferramentas de retenção de clientes. Mas será que a política de fidelização de clientes utilizada por essa empresa de E-commerce de fato estão resultando na retenção de seus clientes? A utilização da ferramenta de marketing um-a-um é capaz de promover retenção de clientes em empresas de e-commerce? Ocorre a efetiva retenção de clientes por parte das empresas de e-commerce que praticam marketing um-a-um?

O e-commerce é uma atividade em franco desenvolvimento, por meio da qual diversas empresas promovem suas vendas e buscam o estabelecimento de relacionamentos com seus clientes na esperança de atender e satisfazer suas necessidades. Esse esforço na promoção da satisfação e atendimento às necessidades dos clientes tem como objetivo a retenção dos clientes que se utilizam do serviço de compras *online*, de forma que a empresa obtenha sucesso empresarial.

Os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas duas décadas e um novo formato de compras, as virtuais, alteraram significativamente o cenário para as diversas empresas que participam do mercado atual, inclusive para os consumidores. Dessa forma, é relevante o entendimento e determinadas ferramentas que surgiram com o avanço da tecnologia, como o marketing um-a-um, podem proporcionar retenção de clientes, uma vez que o sucesso empresarial depende da capacidade das empresas em

desenvolver relacionamentos de longo prazo com eles, por meio do atendimento de suas necessidades e desejos.

O objetivo deste trabalho é investigar se a utilização de ferramentas de marketing um-a-um, por parte de algumas empresas de e-commerce, efetivamente gera repetições da ação de compra por parte do cliente, ou seja, é identificar se a adoção de políticas de fidelização é capaz de promover a retenção dos clientes na instituição.

II. DESENVOLVIMENTO

Kotler e Levy (1969), *apud* Brei *et al.* (2007), abriram uma frente de discussão, na década de 70, sobre a ideia central de marketing estar relacionada à troca (e não a ideia limitada de transação de mercado). McInnes afirmou que o marketing auxiliou no potencial de trocas resolvendo questões como espaço, tempo, perspectiva, valor e propriedade, e que Bartels destacou que o marketing é um processo social onde os sistemas de distribuição evoluíram para atender a demanda social.

De acordo com a abordagem tradicional de marketing, novos clientes e vendas são consideradas duas das principais metas a serem atingidas pelas organizações. Durante as últimas duas ou três décadas, a investigação sobre o marketing de relacionamento tem apontado para a importância da retenção de clientes, conforme Grönroos (2007). Deve-se visar não apenas a aquisição de clientes, mas também, a manutenção e o desenvolvimento das relações que foram estabelecidas com eles. Assim, três níveis de objetivos de marketing podem ser identificados: (i) conquistar clientes (fazer com que escolham a oferta da empresa em detrimento à oferta dos concorrentes), (ii) manter clientes (atender suas necessidades de forma que decidam comprar novamente) e (iii) aumentar vendas em função do estabelecimento de relacionamento com clientes (relação de confiança e conexão emocional para que se sintam comprometidos a continuar comprando).

Dholakia *et al.* (2010) sustenta que por meio da interação entre tecnologia, consumidores e marketing, pode se estabelecer vínculos duradouros, cuja abordagem é baseada em uma teoria de tecnologia que se alinha com um determinismo tecnológico de processos. O autor, ao examinar as características fundamentais das novas tecnologias da informação e da comunicação, observou grande impacto nos consumidores e nos mercados e, como consequência, grandes transformações. Observou também grande dependência, além de forte influência, da tecnologia na vida cotidiana dos consumidores. Dependência caracterizada em função das diversas áreas do cotidiano humano como o trabalho, o lazer, a alimentação, a comunicação, etc., por necessitarem da tecnologia para a sua realização ou bom funcionamento. Em função dessa dependência e influência, a tecnologia é reconhecida como um fator motriz de estratégia para muitas empresas e está por trás das grandes mudanças econômicas, sociais e culturais ocorridas recentemente.

As tecnologias da informação e da comunicação aceleram os processos relacionados aos mercados e à produtividade. Esse processo dinâmico de deslocamento de informação pelo sistema, além de redução de custos, cria a possibilidade de uma leitura integrada, por parte das empresas, acerca de tudo que é relativo ao mercado e aos consumidores, no sentido de entender ou perceber suas

tendências e necessidades, avaliando as ofertas de produtos e programas de marketing de forma a torná-los mais eficientes.

Dholakia *et al.* (2010), destacam a Internet como tendo um importante papel na atividade de marketing pelo seu caráter de alcance global e mencionam como exemplo de ferramenta o “database-driven Internet” como uma tecnologia de marketing revolucionária, pela capacidade de gerar, armazenar e analisar os dados dos clientes, tornando-o mais acessível e acionável para a intervenção do marketing.

Interessante a observação feita por Dholakia *et al.* (2010) de que fortes transformações serão desencadeadas pelas tecnologias da informação e comunicação onde a fabricação do produto terá cada vez menor valor agregado que a produção de aspectos emocionais, intelectuais, comunicativos e estéticos deles e, portanto, menor importância estratégica para as empresas. O autor destaca que essas tecnologias são avaliadas, analisadas e discutidas quanto à sua capacidade de otimizar o efeito do mix de marketing, oferecer vantagens competitivas, e apoiar as tarefas estratégicas como a segmentação e posicionamento.

Para seduzir os clientes do e-commerce é fundamental a aplicação de uma estratégia de webmarketing, marketing virtual. É formado por um conjunto de estratégias associado à tecnologia, visando buscar novos caminhos para atingir o público-alvo em questão.

O marketing virtual surgiu para suprir a necessidade de criar elementos gráficos e conteúdo virtual, explorando a comunicação tecnológica de forma inovadora para surpreender os consumidores. Os pontos relevantes que o compõem são: interação, relacionamento, mobilidade, agilidade e tecnologia.

O consumidor no ambiente virtual define o que irá ver, quando, para que e por quê. Essa postura faz com que o marketing repense seu posicionamento, traçando novas estratégias baseadas nos hábitos dos novos consumidores virtuais. Nesse ambiente dinâmico é fundamental que os pensadores de marketing consigam antecipar as tendências, para isso, devem pensar como seus consumidores pensam.

O e-commerce, ou comércio eletrônico, surgiu por volta de 1995 nos Estados Unidos, e cinco anos depois no Brasil, com o impacto da tecnologia como uma força dominante. Esse comércio é realizado através uma negociação por meio de um equipamento eletrônico, sendo uma venda não presencial e abrange diferentes tipos de negócios destinados aos consumidores e entre organizações.

A conexão contínua com a internet possibilitou a expansão da comercialização eletrônica. A preocupação e os investimentos contribuíram para a melhoria contínua da conexão, já que a velocidade de conexão estava associada às quantidades de operações online realizadas, de acordo com o conformo e comodidade apresentada. Sendo assim, quanto maior fosse à velocidade da internet maior seria a possibilidade de compras online. Algumas empresas pioneiras, no Brasil, que se destacam nas vendas online são: Lojas Americanas, Magazine Luiza, Grupo Pão de Açúcar, entre outras.

Segundo Potter e Turban (2005), o comércio eletrônico pode ocorrer de várias formas. O e-commerce pode ser realizado B2C, *Business to Consumer*, negociação eletrônica que envolve empresas e consumidores, B2B, *Business to Business*, contempla uma negociação virtual entre empresas,

C2B, *Consumers to Business*, negociação entre consumidores e empresas, ação reversa do B2C, sendo que nessa ação os consumidores vendem para as empresas, C2C, *Consumer to Consumer*, negociação entre consumidores, as pessoas físicas podem anunciar um bem para venda. A transação entre empresas favorece o contato e aquisição de produtos com fornecedores ou clientes, proporcionando vantagens competitivas, já que o e-commerce otimiza tempo e recursos financeiros.

O comércio eletrônico é uma estratégia inovadora para aumentar as vendas. As empresas que adotam essa estratégia devem realizar o monitoramento frequente para encontrar as falhas e oportunidades no mercado. As ferramentas de precificação inteligente fazem uma análise automática de preços, da concorrência, além da verificação das novidades e tendências em tempo real. Essa ferramenta é fundamental para manter a empresa competitiva no mercado, visto que o consumidor que está à procura de um produto específico tem várias opções para fazer pesquisa de preço para localizar a empresa que oferece o melhor.

Todas as organizações foram afetadas pela nova realidade do mercado e comércio eletrônico. Essa situação tem exigido das organizações grande esforço para a assimilação e a utilização das tecnologias de informação referente a comércio eletrônico, em sua operacionalização e em sua estratégia competitiva (PINHO, 2000. p. 210).

As empresas de e-commerce atendem 24 horas e 7 dias por semana. A internet é uma ferramenta eficiente para publicidade. Segundo Pinho (2000), o conceito de comércio eletrônico deve abordar as perspectiva de comunicações (entrega de informações, produtos, serviços), processo de negócio (aplicação de tecnologia para automação de transações de negócios), serviços (reduz custo, melhora qualidade das mercadorias e aumenta a velocidade de entrega do serviço) e on-line (capacidade de negociação de produtos e serviços on-line).

O consumidor tem maior facilidade de encontrar produtos com maiores descontos do que em lojas físicas, esse fator é resultado do alto custo de contratação de funcionários e comissionamento dos vendedores. Com a melhoria nos meios de transportes, esse segmento de transação comercial ganhou mais um atributo vantajoso, os consumidores tem seus produtos entregues em um período de tempo curto.

De acordo com Vaz (2010), as ferramentas de pesquisa, a internet e as redes sociais, contribuem para que os consumidores consigam suprir suas necessidades, já que os consumidores buscam flexibilidade de escolha e opiniões de outros consumidores sobre o produto e a empresa, podendo exercer o poder de escolha para adquirir o que acreditam ser a melhor opção.

Para os consumidores existe uma diversidade de empresas, produtos e/ou serviços muito grande, além da comodidade e facilidade de aquisição e recebimento do produto sem sair da residência, comparação de preços, privacidade, segurança, sigilo, compra de produtos diferentes em mercados estrangeiros, entre outros benefícios.

Para a empresa, não há a necessidade de se alugar um espaço físico, podendo explorar as funcionalidades do ambiente virtual, reduzindo erros de interpretação de interesse dos clientes e pedidos aos fornecedores,

recebimento de pedidos com rapidez, baixo investimento financeiro e com comunicação. O baixo investimento financeiro favorece as pequenas empresas a competir nesse ambiente. Os dados transmitidos pelo CRM são mais ágeis, favorecendo o contato e fidelização dos clientes, já que os sistemas dinâmicos permitem conhecer as preferências e antecipar as tendências do mercado direcionado ao cliente específico, além da regularidade de consumo.

A internet permite melhor segmentar do mercado, sendo assim, o mercado que se pode atingir é mais amplo com um custo menor. O mercado virtual permite antecipação das tendências de mercado e rapidamente divulgar novos produtos e promoções. O crescimento acelerado do e-commerce força ao aumento de segurança nesse setor. A certificação e-bit garante a procedência das lojas cadastradas, refletindo a satisfação de consumidores.

O crescimento do e-commerce nacional supera o desempenho de outros setores da economia brasileira, com faturamento aproximado, em 2012, de 22 bilhões de reais, conforme dados da economia terra. O e-bit revela que o ato de compra na internet está deixando de ser uma novidade para se tornar um hábito dos consumidores. Os hábitos de consumo online favorece a criação de meios para fazer com que esse mercado se torne cada vez mais atrativos para os consumidores.

Kotler & Keller (2006), conceituam o Customer Relationship Management, como o processo de se gerenciar as informações de cada cliente da empresa de maneira individual, proporcionando a capacidade de se conhecer seus interesses e desejos, visando maximizar a lealdade dos clientes. Isso proporciona comunicação e interação com os clientes em tempo real, gerando interatividade e conteúdo focado neles. A partir do início dos anos 2000, as empresas aumentaram substancialmente seus investimentos nessa gestão de relacionamento com os clientes, onde passaram a usar ferramentas visando gerar fidelidade com programas de lealdade, benefícios financeiros diretos, criação de banco de dados (permitindo armazenar e utilizar informações sobre os clientes que possui), investimento em comunicação pré e pós venda, propagandas individuais entre outros (Verhoef, 2003).

Bhattacharya and Bolton (2000) afirmam que existem diversas ferramentas que permitem desenvolver e gerenciar o marketing de relacionamento e o *Relationship Management Instruments* é um subgrupo com ferramentas específicas. Seu foco é nas ferramentas como programas de lealdade, onde a empresa se esforçará para proporcionar benefícios financeiros como descontos, frete grátis e até programas de milhas aéreas, buscando fidelização dos consumidores e sua retenção. Verhoef (2003) apresenta a mala direta por panfletos ou e-mails como uma ferramenta do RMI, onde é possível enviar propagandas específicas para seu grupo de clientes, onde com a ajuda de uma base de dados bem elaborada e confiável, é possível enviar promoções personalizadas de acordo com os desejos e interesses de cada pessoa cadastrada.

Entre os programas de lealdade é possível mencionar o contato direto com o cliente por meio de mensagens com conteúdo promocional e sistemas onde as pessoas que compram nessa empresa recebam gratuidade na entrega, cumprimento de prazos de entrega, descontos para outras compras, possibilidade de aquisição de kits de produtos com

descontos, além de programas de milhas aéreas, onde poderão viajar de avião para uma determinada cidade conforme a quantidade de milhas acumuladas (Kotler & Keller, 2006). Um dos focos dos programas de lealdade é, além de gerar fidelidade dos clientes, criar equidade da marca, onde esses consumidores possuirão um nível satisfatório de reconhecimento e lembrança dessa marca, além de contar aos conhecidos proporcionando uma propaganda indireta.

III. CONCLUSÃO

O artigo teve como intuito verificar a fidelização dos clientes proporcionada pelo marketing 1 a 1 no mercado virtual revolucionário. O mercado de e-commerce está em constante crescimento e as empresas precisam descobrir o caminho verdadeiro para fidelizar os clientes por meio do marketing 1a1. A grande dificuldade das empresas de e-commerce em atender as expectativas dos clientes é o perfil apresentado pelo novo consumidor, que deixou de ser passivo frente às oportunidades de compra.

A internet é uma ferramenta dinâmica e veloz, isso faz com que o consumidor consiga facilmente realizar comparações de preços e conhecer o histórico da empresa que deseja comprar o produto. Com isso, as empresas de e-commerce devem investir em inúmeras ferramentas para atender e suprir as expectativas de seus clientes de forma personalizada, pois no mercado virtual, a retenção de clientes a uma única marca é um processo de difícil execução e atingimento.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHATTACHARYA, C.B. and Ruth N. Bolton (2000), Relationship Marketing in Mass Markets, Handbook of Relationship Marketing, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- BOLTON, R. N., Kannan P.K. & Bramlett M. D. (2000), Implications of Loyalty Program Membership and Service Experiences for Customer Retention and Value, **Journal of the Academy of Marketing Science**, 28, 95–108.
- DHOLAKIA, Nikhillesh; ZWICK, Detlev; - Knott, Janice. Technology, Consumers and Marketing Theory. IN MACLARAN, Pauline; SAREN, Michal; STERN, Barbara; TADAJEWSKI, Mark. The Sage Handbook of Marketing Theory. Los Angeles: Sage, 2010.
- GRÖNROOS, Christian. IN: Search of a New Logic for Marketing: foundations of Contemporary Theory. Hoboken: John Willey, 2007.
- KOTLER, Philip. Administração de Marketing: A edição do novo milênio. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- Kotler, P. & Keller, K. L. (2006) Marketing Management 12.ed New Jersey, Prentice Hall.
- MARTÍNEZ TERCERO, Mario. Algunas consideraciones sobre el carácter científico del marketing y sus instrumentos de observación. IN: MARTINEZ TERCERO, MARIO. Ciencia Y marketing. Madrid: Esic, 2000, p.61-80.
- PINHO, José Benedito. Publicidade e Venda na Internet: Técnicas e Estratégias. São Paulo: Summus Editorial, 2000.
- POTTER, Richard. TURBAN, Efraim. RAINER, Kelly. Administração de Tecnologia da Informação. 3. Ed. – São Paulo:Campus, 2005.

- VAZ, Conrado Adolpho. Google Marketing: o guia definitivo de marketing digital. São Paulo: Novatec, 2010.
- VERHOEF, Peter C. “Understanding the Effect of Customer Relationship Management Efforts on Customer Retention and Customer Share Development”. **Journal of Marketing**, 2003, Vol. 67, No. 4, pp. 30-45.

V. COPYRIGHT

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

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.) SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E SOMBREAMENTOS

MARCELO DO NASCIMENTO ARAÚJO¹; BÁRBARA FRANÇA DANTAS²
1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA-UEFS; 2 – EMBRAPA SEMIÁRIDO
dr.marcelo_araujo@outlook.com; barbara.dantas@embrapa.br

Resumo - Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos e níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Os frutos foram colhidos em uma área comercial. Após beneficiamento e assepsia, duas sementes foram semeadas em sacos de polietileno de aproximadamente 3 litros, preenchidos com quatro diferentes substratos. Sendo eles, solo (S); areia (A); S1-A1-NPK (solo + areia, na proporção de 1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A2-NPK (solo + areia, na proporção de 1:2, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A1-E1 (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1); S1-A1-E1 NPK (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato). O experimento foi conduzido em três diferentes intensidades de sombreamento: 0% (a céu aberto), 25% e 75% (em telado, com tela sombrite). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 4 x 3 (quatro substratos x três sombreamentos), perfazendo um total de 12 tratamentos. As plântulas mantidas em sombreamento de 25% apresentaram, em geral, melhores resultados para todas as variáveis avaliadas. Conclui-se que tanto o sombreamento como o substrato interferiram na emergência da espécie.

Palavras-chave: Luminosidade. Qualidade Fisiológica. Crescimento.

I. INTRODUÇÃO

As plantas de *Jatropha curcas* L. são medicinalmente potentes e têm grande capacidade de produção de óleo, sendo esta última a principal justificativa para a exploração comercial dessa cultura. Entre as plantas oleaginosas, o pinhão-manso tem sido destacado como uma planta rústica, perene, adaptável a uma vasta gama de ambientes e condições edafoclimáticas, além de ser tolerante à seca e pouco atacado por pragas e doenças (SATURNINO *et al.*, 2005). É uma planta de origem tropical, produtora de óleo e bem adaptada a diversas regiões do Brasil, que tem sido incentivada nos últimos anos como uma alternativa para fornecimento de matéria-prima para fabricação de biodiesel (TEIXEIRA, 2005).

A lei 11.097 que estabelece a obrigatoriedade do uso de 2% do biodiesel misturado ao óleo mineral veio contribuir para que os estudos com espécies potencialmente interessantes, como o pinhão-manso, fossem acelerados (GOVERNO FEDERAL, 2005). Com a possibilidade do uso do óleo do

pinhão-manso para a produção do biodiesel, têm surgido possibilidades de crescimento das áreas de plantio desta cultura no semiárido nordestino.

A produção de mudas em viveiros, segundo Martins *et al.* (1998), constitui a primeira etapa da atividade florestal e pode ser feita por meio da propagação por sementes ou vegetativa. Para a produção de mudas, é essencial um estudo das potencialidades das espécies nativas na recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação, baseando-se em parâmetros técnicos consistentes e bem elaborados. Para tanto, a muda deve ser de excelente qualidade, resultando em um produto livre de patógenos e que se estabeleça eficientemente após o plantio (ALMEIDA, 2004; SCREMIN-DIAS, 2006).

Portanto, a produção em quantidade, é uma das etapas mais importantes no estabelecimento de povoamentos vegetais (CALDEIRA *et al.*, 2000), quando se produz mudas pelo método sexuado, o cuidado com a qualidade das sementes é indispensável. O baixo vigor das sementes eleva os custos de produção, pois aumenta a quantidade a ser utilizada, além de diminuir o vigor das mudas.

O sistema de produção de mudas de espécies florestais tem se mostrado uma atividade fundamental no processo produtivo, para o qual devem ser destinados cuidados na germinação, na redução de choques de transplante e no procedimento de condução das mudas, visando um melhor aproveitamento de seu potencial (MUNIZ *et al.* 2007).

Substrato é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes. As características do substrato são resultantes da interação, ao longo de décadas, de forças climáticas e de organismos vivos que atuam sobre o material de origem. Todos os elementos essenciais absorvidos são derivados dos componentes minerais e orgânicos do substrato. Qualquer distúrbio ao crescimento das raízes restringe suas funções, por carência de translocação de carboidratos, interferindo no desenvolvimento da parte aérea das mudas (PRADO, 2008).

Uma análise do substrato deve ser feita para determinar que um substrato possa desempenhar melhor a sua função, é importante que antes da sua utilização sejam observadas as propriedades físicas, a sua capacidade química, sua condição

biológica, acidez, salinidade, alcalinidade, toxicidade, além da capacidade de suporte da muda (MINAMI, 2000).

Os substratos utilizados apresentam grande influência na germinação, pois fatores como aeração, estrutura capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (POPINIGIS, 1985).

O efeito da intensidade luminosa sobre a germinação de sementes, o crescimento e a sobrevivência de plântulas variam entre espécies. A taxa de emergência de plântulas, pode ser semelhante entre áreas sombreadas e em pleno sol (MOTA *et al.* 2012), variar entre diferentes graus de sombreamento (MORRIS *et al.*, 2000) ou ser homogeneamente superior em diferentes condições de sombreamento quando comparada com a germinação em pleno sol (McLAREN e McDONALD, 2003).

Considerando a importância da intensidade de luz e escolha do substrato na qualidade de mudas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos e níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.).

II. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a abril de 2010 em telados e no Laboratório de Análises de Sementes da Embrapa Semiárido (LASESA), Petrolina-PE.

Os frutos de pinhão-mansão foram colhidos no ano de 2008 na área pertencente à Fazenda Gabriela, localizada à latitude 9°2'59''E e longitude 39°58'43''W em Santa Maria da Boa Vista-PE, que é caracterizado por um clima semiárido, com temperaturas máxima, média e mínima anuais de 31,7 °C, 26,8 °C e 20,8 °C, respectivamente. A precipitação média anual da região é de 567,0 mm, com período chuvoso de novembro a março (TEIXEIRA, 2001). Essa região está classificada como "BSwh", correspondendo a uma região climática árida (TEIXEIRA e SILVA, 1999). As sementes colhidas foram beneficiadas no LASESA e acondicionadas em papel e temperatura ambiente até a semeadura.

Dois sementes foram semeadas em cada recipiente, tipo saco de polietileno de volume aproximado de 3 Litros, preenchidos com quatro diferentes substratos, sendo eles, solo (S); areia (A); S1-A1-NPK (solo + areia, na proporção de 1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A2-NPK (solo + areia, na proporção de 1:2, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A1-E1 (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1); S1-A1-E1-NPK (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato). Foram coletadas amostras dos substratos e submetidas à análise química no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido (tabela 1). Os substratos em que foi utilizado adubo foram enriquecidos com

uma adubação padrão de 5 g de 6-24-12/kg de substrato segundo Yamanishi (2004).

Os recipientes foram mantidos em três diferentes intensidades de sombreamento, em céu aberto (0% de sombreamento) e em telados tipo sombrite de 25% e 75% de sombreamento.

Foram utilizadas 10 mudas (repetições) por tratamento, em um Delineamento em Blocos Casualizado (DBC), com esquema fatorial de 3x4 (três sombreamentos e quatro substratos).

A emergência das plântulas foi acompanhada diariamente até o estabelecimento do estande, aproximadamente até o 20º dia. A partir dos dados obtidos foram avaliados porcentagem de emergência total, (E%); tempo médio de emergência, (TME) (LABOURIAU, 1983; SANTANA; RANAL, 2004); índice de velocidade de emergência, (IVE) (MAGUIRE, 1962; SANTANA; RANAL, 2004) e velocidade de emergência, (VE) (LABOURIAU, 1970; SANTANA; RANAL, 2004).

Aos 21 e 77 dias após a semeadura (DAS) as mudas foram separadas em parte aérea e folhas para o desbaste do 21º dia e em raiz, parte aérea e folhas para a avaliação final. Foi obtida a altura das mudas (cm) com uso de régua graduada; área foliar (cm²) em medidor modelo LI3100; número de folhas; índice relativo de clorofila das folhas (SPAD); diâmetro da parte aérea (mm) aferido com uso de paquímetro digital e foi pesado à massa de matéria seca das folhas e partes aéreas (caule + folha + pecíolo) MSF, MSPA respectivamente. O material foi levado para estufa a 65° C e, após atingirem o peso constante.

A partir dos dados obtidos nas duas avaliações aos 21 e 77 dias, foram obtidos taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF) e peso específico da folha (PEF) de acordo com Benincasa (2003).

A análise de variância foi feita pelo programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% para as variáveis MSC1, MSR, MSF2 AF2, RAF2, AFE1, AFE2, PEF1, PEF2 e DC, os dados obtidos foram transformados para raiz quadrada de X + 0.5 visando atingir a normalidade.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plântulas mantidas em sombreamento de 25%, tabela 2, apresentaram em geral melhores valores para todas as variáveis avaliadas. Segundo Rodrigues *et al.* (2007), quanto menor o tempo médio de emergência, mais vigorosa é a plântula. Trabalhando com o angico (*Anadenanthera colubrina* L.), os mesmos autores deduziram que a rapidez na emergência é uma estratégia para que a planta se estabeleça no ambiente o mais rápido possível. Os substratos S1-A1-E1 e S1-A1-E1 NPK apresentaram em geral menores valores para as variáveis

Tabela 1 - Análise química dos substratos avaliados de pinhão-mansão submetido a diferentes sombreamentos e substratos.

| SUBSTRATO | DETERMINAÇÕES | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|-----|------|--------------------|------|-----|-----|------|-------------------------------------|------|----------------------|-------|----|
| | MO | pH | C.E. | P | K | Ca | Mg | Na | Al | H+Al | S _(bases) | CTC | V |
| | g/kg | | dS/m | mg/dm ³ | | | | | cmol _c / dm ³ | | | | % |
| S1-A1-NPK | 4,45 | 5,2 | 3,77 | 189 | 0,67 | 4,0 | 4,5 | 0,09 | 0,2 | 2,64 | 9,26 | 11,9 | 78 |
| S1-A2-NPK | 4,24 | 5,6 | 6,76 | 365 | 0,93 | 3,4 | 5,0 | 0,12 | 0,3 | 3,63 | 9,45 | 13,08 | 72 |
| S1-A1-E1 | 37,24 | 7,9 | 8,17 | 463 | 5,6 | 6,6 | 5,4 | 0,83 | 0,2 | 0,82 | 18,43 | 19,25 | 96 |
| S1-A1-E1-NPK | 25,45 | 7,5 | 9,79 | 1043 | 7,1 | 6,7 | 6,8 | 0,98 | 0,2 | 2,31 | 21,58 | 23,89 | 90 |

MO = Matéria Orgânica; C.E = Condutividade Elétrica; S(base) = Soma de Base; CTC = Capacidade de Troca de Cátions; V- Saturação por base.

avaliadas. Provavelmente devido à alta condutividade elétrica apresentado nesses substratos demonstrado na tabela 1, onde são exibidos os resultados da análise dos substratos utilizados. Verificou-se que os substratos com maiores teores de matéria orgânica S1-A1-E1 e S1-A1-E1-NPK, apresentaram altos valores de S(bases), CTC e V, no entanto apresentaram também altos valores de pH, Na, e CE ocasionando efeito negativo sobre os substratos.

A alta CE do substrato influenciou também no trabalho de Vale *et al.* (2006) que, estudando o estresse salino em mudas de pinhão-mansão, afirmaram que as plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,06 a 4,2 dS.m⁻¹, apresentaram redução da altura da planta, do diâmetro da parte aérea, do número de folhas, sugerindo então, que as mesmas não podem ser cultivadas em solos salinos. Contrariamente, Andréo-Souza *et al.* (2010), trabalhando com concentrações de sal que proporcionassem condutividades elétricas de 2, 4 e 6 dS.m⁻¹, em dois lotes de sementes de pinhão-mansão, concluíram o favorecimento no desenvolvimento inicial dessas plântulas.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) as mudas de pinhão-mansão apresentaram maiores valores para 75% de sombreamento em comparação ao pleno sol aos 21 DAS (tabela 3). Entre os substratos, as mudas que apresentaram melhores desempenhos foram as que se desenvolveram em S1-A1-NPK, S1-A2-NPK e S1-A1-E1. Scalon *et al.* (2003) e Ortega *et al.* (2006) verificaram que as mudas de castanha-do-maranhão (*Bombacopsis glabra*) e araçazeiro (*Psidium cattleianum*), respectivamente, crescidas em pleno sol apresentaram maior massa seca da parte aérea em relação a de outras que mantiveram-se sombreadas.

No entanto, Pinto e Varela (1993) analisando o comportamento de mudas de louro-pirarucu (*Licaria*

canella), constataram que as mesmas quando produzidas a 50% de sombreamento apresentaram maiores valores para MS da parte aérea, quando comparadas com as produzidas a céu aberto. As mudas que permaneceram por um tempo de 77 DAS não obtiveram diferença significativamente nas médias para o MSPA nos sombreamentos e substratos, apenas as que se desenvolveram no substrato S1-A1-NPK obtiveram melhor desempenho para o sombreamento de 75% e em pleno sol em comparação ao sombreamento de 25%.

Tabela 2 - Porcentagem de emergência (E), tempo médio de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) de plântulas de pinhão-mansão submetidas a diferentes sombreamentos e substratos.

| Sombreamento (%) | E (%) | TME (dias) | IVE (pl.dia ⁻¹) | VE (pl.dia ⁻¹) |
|------------------|---------|------------|-----------------------------|----------------------------|
| 0 | 70.42 A | 12.88 A | 1.25 A | 0.08 B |
| 25 | 73.33 A | 10.72 B | 1.54 A | 0.10 A |
| 75 | 72.08 A | 13.21 A | 1.27 A | 0.08 B |
| Substrato | | | | |
| S1-A1-NPK | 80.55 A | 10.28 C | 1.68 A | 1.10 A |
| S1-A2-NPK | 78.89 A | 9.96 C | 1.71 A | 1.10 A |
| S1-A1-E1 | 76.11 A | 12.79 B | 1.28 B | 0.08 B |
| S1-A1-E1-NPK | 52.22 B | 16.41 A | 0.73 C | 0.06 C |

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A massa seca das folhas (MSF) das plântulas aos 21DAS mantidas sombreadas foi superior em relação ao pleno sol (tabela 4). Assim como na variável MSPA (tabela 3), mudas de pinhão-mansão desenvolvidas com o substrato S1-A2-NPK apresentaram a maior MSF em qualquer nível de sombreamento analisado aos 21 DAS. Aos 77 DAS, para o sombreamento houve diferença significativa entre as mudas mantidas sombreadas em relação às mudas mantidas sem sombreamento (tabela 4).

Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (g) de mudas de pinhão-mansão submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | MSPA 21DAS | | | | MSPA 77DAS | | | |
|--------------|------------------|----------|---------|----------|------------------|-----------|-----------|--------|
| | Sombreamento (%) | | | Média | Sombreamento (%) | | | Média |
| | 0 | 25 | 75 | | 0 | 25 | 75 | |
| S1-A1-NPK | 0.430 | 0.542 | 0.534 | 0.502 AB | 11.099 abA | 9.142 bA | 16.602 aA | 12.281 |
| S1-A2-NPK | 0.370 | 0.697 | 0.900 | 0.657 A | 11.048 aA | 11.393 aA | 14.806 aA | 12.416 |
| S1-A1-E1 | 0.410 | 0.395 | 0.712 | 0.506 AB | 14.943 aA | 15.337 aA | 14.943 aA | 15.728 |
| S1-A1-E1 NPK | 0.352 | 0.431 | 0.360 | 0.382 B | 11.207 aA | 13.034 aA | 11.207 aA | 12.630 |
| Média | 0.391 b | 0.516 ab | 0.627 a | | 12.074 | 12.227 | 12.074 | |
| C.V. | 47.90 | | | | 34.55 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Massa seca das folhas (g) de mudas de pinhão-mansão submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | MSF 21DAS | | | | MSF 77DAS | | | |
|--------------|------------------|----------|---------|----------|------------------|---------|----------|---------|
| | Sombreamento (%) | | | Média | Sombreamento (%) | | | Média |
| | 0 | 25 | 75 | | 0 | 25 | 75 | |
| S1-A1-NPK | 0.157 | 0.362 | 0.389 | 0.302 AB | 1.952 | 2.381 | 2.176 | 2.170 A |
| S1-A2-NPK | 0.250 | 0.470 | 0.645 | 0.455 A | 2.128 | 2.149 | 2.194 | 2.157 A |
| S1-A1-E1 | 0.303 | 0.234 | 0.485 | 0.341 AB | 2.384 | 2.450 | 2.360 | 2.398 A |
| S1-A1-E1 NPK | 0.212 | 0.293 | 0.203 | 0.236 B | 2.253 | 2.349 | 2.173 | 2.258 A |
| Média | 0.230 b | 0.339 ab | 0.430 a | | 2.180 b | 2.332 a | 2.226 ab | |
| C.V. | 57.97 | | | | 7.55 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A área foliar das plântulas de pinhão-mansão de 21 DAS, mantidas sombreadas, apresentaram maiores valores em comparação com as que se desenvolveram em pleno sol (tabela 5). O substrato S1-A1-E1-NPK propiciou às mudas de 21 DAS os menores valores de AF em relação aos demais substratos, por outro lado a AF das mudas com 77 DAS foi semelhante estatisticamente nos diferentes substratos e sombreamentos. Segundo Campos e Uchida (2002), o

Para a altura ocorreu um aumento significativo das mudas mantidas sombreadas em relação às que permaneceram em céu aberto (tabela 6). Isto mostra que houve um estiolamento das mudas mantidas sombreadas, que é caracterizado por alterações fisiológicas causadas pela ausência de luz (BIASI, 1996).

O aumento em altura nas plantas que se desenvolvem em áreas sombreadas é considerado uma resposta

Tabela 5 - Área foliar (AF) de mudas de pinhão-mansão submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | AF 21 (cm ²) | | | | AF 77 (cm ²) | | | |
|--------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 32.142 | 119.698 | 128.826 | 93.555 AB | 1.295.379 | 1.192.270 | 1.827.265 | 1.438.305 A |
| S1-A2-NPK | 66.488 | 140.874 | 203.428 | 136.931 A | 1.370.967 | 1.384.979 | 1.570.967 | 1.446.392 A |
| S1-A1-E1 | 66.256 | 66.986 | 137.660 | 90.301 AB | 1.484.309 | 1.663.664 | 1.806.660 | 1.651.544 A |
| S1-A1-E1 NPK | 39.340 | 84.416 | 40.606 | 54.787 B | 1.373.761 | 1.556.371 | 3.378.987 | 2.103.040 A |
| Média | 51.056 b | 102.994 a | 127.630 a | | 1.373.761 a | 1.449.321 a | 2.145.970 a | |
| C.V. | 61.07 | | | | 30.31 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

aumento da área foliar como resposta dos indivíduos submetidos ao maior sombreamento talvez seja uma maneira de compensar a redução da luminosidade. A determinação da área foliar é importante na identificação de processos fisiológicos relativos ao crescimento e ao desenvolvimento, como intensidade de transpiração, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar e outros (CAMPOS e UCHIDA, 2002).

Na tabela 6, o número de folhas as plantas mantidas

morfogênica típica (SMITH e WHITELAM, 1990), pois nessas condições, em geral, ocorre uma alocação rápida de assimilados para a parte aérea o que permite à planta ultrapassar a vegetação ao seu redor e expor de maneira mais favorável a sua superfície fotossintetizante à luz (ENGEL e POGGIANI, 1990). Para Scalon *et al.* (2003), o rápido crescimento em altura de mudas sombreadas é um mecanismo de adaptação das plantas. Scalon *et al.* (2002)

Tabela 6 - Altura (cm), Número de folhas (NF), Diâmetro do colo (DC) e Índice Relativo de Clorofila (IRC) de mudas de pinhão-mansão submetidas a diferentes sombreamentos e substratos.

| Substrato | Altura (cm) | | | | NF | | | |
|--------------|------------------|------------|------------|----------|------------------|-----------|-----------|--------|
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 6.451 bA | 17.274 aA | 17.844 aB | 13.856 | 2.333 bB | 5.667 aA | 6.000 aA | 4.667 |
| S1-A2-NPK | 10.410 bA | 14.609 abA | 17.051 aAB | 14.023 | 5.667 aA | 5.000 aA | 6.000 aA | 5.555 |
| S1-A1-E1 | 9.246 bA | 18.208 aA | 19.788 aA | 15.747 | 5.667 aA | 7.333 aA | 8.000 aA | 7.000 |
| S1-A1-E1 NPK | 7.074 bA | 12.932 abA | 13.217 aB | 11.074 | 4.333 aAB | 5.667 aA | 5.667 aA | 5.222 |
| Média | 8.295 | 15.756 | 16.975 | | 4.500 | 5.917 | 6.417 | |
| C.V. | 21.21 | | | | 23.39 | | | |
| Substrato | DC (mm) | | | | IRC (SPAD) | | | |
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 4.027 | 8.347 | 9.277 | 7.217 A | 11.215 bB | 29.470 aA | 31.434 aA | 24.095 |
| S1-A2-NPK | 6.414 | 7.474 | 8.601 | 7.496 A | 23.880 aA | 27.087 aA | 30.867 aA | 27.278 |
| S1-A1-E1 | 6.546 | 7.762 | 8.801 | 7.703 A | 25.527 aA | 27.835 aA | 29.084 aA | 27.482 |
| S1-A1-E1 NPK | 4.655 | 27.762 | 6.592 | 13.003 A | 20.247 aAB | 21.350 aA | 27.972 aA | 23.190 |
| Média | 5.410 a | 12.836 a | 8.318 a | | 20.217 | 26.435 | 29.839 | |
| C.V. | 34.47 | | | | 9.91 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 7 - Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR) e Taxa de assimilação líquida (TAL) de mudas de pinhão-mansão submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | TCA (mg.dia ⁻¹) | | | | TCR (mg. mg ⁻¹ . dia ⁻¹) | | | |
|--------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|---|---------|---------|---------|
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 167.110 | 132.954 | 199.941 | 166.668 B | 9.055 | 8.855 | 9.224 | 9.045 B |
| S1-A2-NPK | 173.153 | 162.593 | 166.593 | 167.446 B | 9.102 | 9.067 | 9.058 | 9.076 B |
| S1-A1-E1 | 238.607 | 249.293 | 265.236 | 251.045 A | 9.422 | 9.464 | 9.512 | 9.466 A |
| S1-A1-E1 NPK | 170.504 | 198.082 | 218.139 | 195.575 B | 9.094 | 9.220 | 9.329 | 9.215 B |
| Média | 187.343 a | 185.730 a | 212.477 a | | 9.168 a | 9.151 a | 9.280 a | |
| C.V. | 18.54 | | | | 2.03 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

sombreadas foi maior em relação às plantas que se desenvolveram em pleno sol. Para o substrato, as plantas desenvolvidas em S1-A2-NPK e S1-A1-E1 apresentaram maior número de folhas. Para Ramos *et al.* (2003) trabalhando com *Amburana cearensis* em substrato solo de cerrado, as mudas apresentaram melhor desenvolvimento com sombreamento 70%.

defendem que tal estratégia é uma forma de escape ao déficit de luz, pois não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através dos reajustes de taxas metabólicas, em relação aos menores valores médios demonstrados a pleno sol.

Os substratos e os sombreamentos utilizados não propiciaram diferenças estatísticas às mudas de pinhão-mansão quanto ao o diâmetro do colo (tabela 6). As plantas

de pinhão-manso mantidas sombreadas apresentaram IRC significativamente maiores que aquelas sem sombreamento. Assim, quanto maior o nível de sombreamento, maior o IRC. De fato, Boardmann (1977) afirmou que folhas que se desenvolvem em ambiente de sombra apresentam maior concentração de clorofila que aquelas que se desenvolvem a pleno sol. Uma explicação para esse comportamento é que as plantas que cresceram sob baixas radiações apresentam maior desenvolvimento de grana; logo, ocorre aumento relativamente maior da clorofila b. Assim, essa maior proporção relativa de clorofila b pode ser vantajosa sob sombreamento, pois permite maior eficiência de absorção de luz menos intensa, o que garante a taxa fotossintética e o acúmulo de biomassa (WHATLEY e WHATLEY, 1982).

A1-E1-NPK mais não foi suficiente para aumentar as TCA e TCR. Assim, as plantas que se desenvolveram em pleno sol apresentaram folhas menores, porém mais grossas que as plantas mantidas sombreadas.

Segundo Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂ e a massa seca total, resultado da fotossíntese, sendo esse um componente morfofisiológico. Desse modo, com o crescimento da planta aumenta a interferência das folhas superiores sobre as inferiores, diminuindo a área foliar útil. Os menores valores de RAF, portanto, indicam maior eficiência das folhas em produção de biomassa. Para o pinhão-manso, à medida que foi maior o nível de sombreamento a que as mudas foram submetidas,

Tabela 8 - Razão de Área foliar (RAF) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | RAF 21** (dm ² .mg ⁻¹) | | | | RAF 77** (dm ² .mg ⁻¹) | | | |
|--------------|---|-----------|----------|-------|---|---------|---------|---------|
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 0.094 bA | 0.210 abA | 0.455 aA | 0.253 | 0.131 | 0.155 | 0.156 | 0.147 A |
| S1-A2-NPK | 0.170 bA | 0.280 bA | 0.739 aA | 0.396 | 0.134 | 0.191 | 0.130 | 0.152 A |
| S1-A1-E1 | 0.158 bA | 0.133 bA | 0.546 aA | 0.279 | 0.116 | 0.177 | 0.158 | 0.150 A |
| S1-A1-E1 NPK | 0.086 aA | 0.245 aA | 0.099 aB | 0.143 | 0.146 | 0.118 | 0.482 | 0.249 A |
| Média | 0.127 | 0.217 | 0.460 | | 0.132 a | 0.160 a | 0.232 a | |
| C.V. | 71.24 | | | | 11.15 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. **Dias

Tabela 9 - Área foliar Específica (AFE) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | AFE 21** (dm ² .mg ⁻¹) | | | | AFE 77** (dm ² .mg ⁻¹) | | | |
|--------------|---|-----------|----------|-------|---|---------|---------|---------|
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 0.094 bA | 0.210 abA | 0.455 aA | 0.253 | 0.131 | 0.155 | 0.156 | 0.147 A |
| S1-A2-NPK | 0.170 bA | 0.280 bA | 0.739 aA | 0.396 | 0.134 | 0.191 | 0.130 | 0.152 A |
| S1-A1-E1 | 0.158 bA | 0.133 bA | 0.546 aA | 0.279 | 0.116 | 0.177 | 0.158 | 0.150 A |
| S1-A1-E1 NPK | 0.086 aA | 0.245 aA | 0.099 aB | 0.143 | 0.146 | 0.118 | 0.482 | 0.249 A |
| Média | 0.127 | 0.217 | 0.460 | | 0.132 a | 0.160 a | 0.232 a | |
| C.V. | 71.24 | | | | 11.15 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. **Dias

Tabela 10 - Razão de peso foliar (RPF) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

| Substrato | RPF 21** (mg.mg ⁻¹) | | | | RPF 77** (mg.mg ⁻¹) | | | |
|--------------|---------------------------------|----------|-----------|-------|---------------------------------|-----------|------------|-------|
| | Sombreamento (%) | | | | Sombreamento (%) | | | |
| | 0 | 25 | 75 | Média | 0 | 25 | 75 | Média |
| S1-A1-NPK | 0.526 aA | 0.648 aA | 0.361 aAB | 0.845 | 0.571 aA | 0.549aBC | 0.605 aAB | 0.575 |
| S1-A2-NPK | 0.632 bA | 0.938 bA | 2.345 aA | 1.305 | 0.575 abA | 0.705 aAB | 0.483 bB | 0.587 |
| S1-A1-E1 | 0.715 bA | 0.462 bA | 1.835 aA | 1.004 | 0.518 bA | 0.775 aA | 0.697 abAB | 0.663 |
| S1-A1-E1 NPK | 0.516 aA | 0.826 aA | 0.562 aB | 0.634 | 0.580 abA | 0.452 bC | 0.720 aA | 0.584 |
| Média | 0.597 | 0.718 | 1.526 | | 0.561 | 0.620 | 0.626 | |
| C.V. | 64.06 | | | | 21.99 | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. **Dias

Para taxa de crescimento absoluto (TCA) que representa a variação de crescimento da planta, num determinado intervalo de tempo e para (TCR) que representa a variação de crescimento da planta, num determinado intervalo de tempo, levando-se em consideração os valores preexistentes, anteriores a cada variação (CAIRO *et al.*, 2008). As mudas que se desenvolveram no substrato S1-A1-E1 apresentaram maior TCA e TCR sob sombreamento de 75%. (tabela 7).

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Dessa forma, a TAL indica a eficiência das folhas para produção de biomassa (BENINCASA, 2003). A TAL das mudas de pinhão-manso apresentou diferença estatística entre os sombreamentos e substratos analisados, com maiores valores para as mudas que se desenvolveram em pleno sol e com o substrato S1-

mais baixo foi o valor da RAF para as duas datas, no entanto, não foi suficiente para o aumento do crescimento das mudas. Na RAF21, obtida aos 21DAS, as mudas em média apresentaram diferença significativa, sendo que, as plantas submetidas ao sombreamento 75% obtiveram melhores valores em relação às plantas desenvolvidas em pleno sol e 25% de luminosidade. O substrato S1-A1-E1-NPK obteve melhor resultado em relação aos demais substratos (tabela 8).

Para RAF77, observa-se que não houve diferença significativa entre médias, o substrato S1-A1-E1-NPK diferenciou estatisticamente nos níveis de luminosidade, alcançando melhores resultados para 0% e 25% de sombreamento (tabela 8). Ferreira *et al.* (1977), realizando estudos com mudas de Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), também observaram que a razão de área foliar

obteve maiores valores sob 70% de sombreamento que em relação aos demais níveis de luminosidade.

A área foliar específica (AFE) é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo. Infere-se daí que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (BENINCASA, 2003). Ferreira (1996) relatou que decréscimos na AFE indicam aumento na espessura da folha resultante do aumento do tamanho e do número de células nas plantas. A AFE das mudas de pinhão-manso apresentou valores estatisticamente semelhantes nas médias para o sombreamento e substrato nas duas datas de avaliação (tabela 9).

A Razão de Peso Foliar (RPF), encontrada na tabela 10, permite detectar a translocação e a partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca da planta toda (SCOTT e BATCHELOR, 1979). Esses resultados demonstram que as mudas de 21 DAS diferiram estatisticamente entre si para o sombreamento e substrato, obtendo maiores valores para as plantas desenvolvidas a 75% e nos substratos S1-A2-NPK e S1-A1-E1, as mudas de 77 DAS, foi observado que os valores nas médias decrescem durante o crescimento da planta em relação as mudas de 21 DAS, com maiores valores em média para o sombreamento de 25% e com os substratos S1-A2-NPK e S1-A1-E1. De acordo com Melges *et al.* (1989), à medida que a planta envelhece, ocorre decréscimo na razão de peso foliar. Esses resultados mostraram-se semelhantes aos obtidos de Brighenti *et al.* (2001) trabalhando com amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) em que os autores verificaram uma redução nos valores da RPF à medida em que as plantas envelheceram.

Os dados apresentados nesse trabalho indicam que as plantas de pinhão-manso obtiveram diferentes respostas aos tratamentos impostos. Tanto o sombreamento como o substrato interferiram no desenvolvimento inicial da espécie e mostrou que para a emergência apenas o substrato S1-A1-E1-NPK dos quatro impostos obteve menor valor, indicando alta adaptação da espécie a diferentes substratos. Para a altura das mudas, as plantas de pinhão-manso obtiveram melhores resultados mantidas sombreadas assim como o substrato S1-A1-NPK na variável NF. Demuner *et al.* (2004) trabalhando com pau d'alho (*Gallesia intergrifolia*) sugerem que a espécie é intolerante à luz do sol direta possuindo capacidade limitada para competir em grandes clareiras e tem melhor desenvolvimento em sombreamento.

Com base no seu desenvolvimento inicial, as análises de crescimento das plantas de *Jatropha curcas*, indicam que a planta obteve maior ritmo de crescimento com o substrato S1-A1-E1 em qualquer nível de luminosidade, demonstrado nas variáveis TCA e TCR. As mudas mantidas sem sombreamento apresentaram um maior incremento de matéria seca por unidade de massa foliar demonstrando alto valor para TAL. Resultados semelhantes foram observados por Lima *et al.* (2008) trabalhando com mudas de jucá (*Caesalpinia ferrea*) que relataram que sob condições de maior luminosidade, ou seja, a pleno sol, apresentaram maior taxa assimilatória líquida. O primeiro ajustamento fisiológico, que ocorre com o aumento da TAL, reflete a capacidade da espécie em adequar seu aparelho fotossintético ao aumento da luminosidade.

IV. CONCLUSÃO

Conclui-se que o sombreamento assim como o substrato, influenciam no crescimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.);

As melhores condições para melhor desenvolvimento de pinhão-manso são o substrato solo + areia + esterco, na proporção de 1:1:1 e sombreamento de 25%.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.P. *et al.* Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- ANDRÉO-SOUZA, Y.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 2 p. 083-092, 2010.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP: il., 41p. 2003.
- BIASI, L.A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.
- BOARDMANN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, v.28, p.358-377, 1977.
- BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; VAL, W. M. C. Análise de crescimento de biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.19, n.1, p.51-59, 2001.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. Análise de Crescimento de Plantas, Vitória da conquista, Edições Uesb, p. 29-43, 2008.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, M. Crescimento de mudas de *Acacia meamisi* l. em função de diferentes doses de vermicomposto. *scientia florestalis*, São Paulo, n.57, p.161-170, 2000.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa agropecuária brasileira* 37(3): 281-288, 2002.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia intergrifolia* (Spreng.) Harms. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* (n. ser.) 17:45 – 55, julho de 2004.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. *IPEF* 43/44: 1-10, 1990.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.
- FERREIRA, E. Ajustamento osmótico e análise de crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico. 1996. FOLHAS. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

- FERREIRA, M. G. M. *et al.* Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Árvore*, v. 1, n. 2, p. 121-134, 1977.
- GOVERNO FEDERAL, 2005. LEI 11.097. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/11097.htm>. acesso em: 25 MAI. 2010.
- LABOURIAU L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, n. 42, p.235-262, 1970.
- LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. Monografia 24.1983.
- LIMA, J. D.; SILVA, B. M. da S.; MORAES, W. da S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta amazônica*. vol. 38(1) 5 – 10, 2008.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour. *Crop Science*. Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C.C; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão. *Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.3, p.863-868, maio/jun. 2008.
- MCLAREN, K.P.; MCDONALD, M.A. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management*, v. 183, p. 61-75, 2003.
- MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento e conversão de energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.24, n.9, p.1065-1072, 1989.
- MINAMI, K. Adubação em substrato. In KAMPF, A. N. e FERMINO, M. H. Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p.147-152.
- MORRIS, M.H.; PATRICIA NEGREROSCASTILLO, P.; MIZE, C. Sowing date, shade, and irrigation affect big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Forest Ecology and Management*, v. 132, p. 173-181, 2000.
- MOTA, L. H. de S.; SCALON, S. de P. Q. HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul.-set., 2012.
- MUNIZ, M.F.B.; SILVA, L.P.; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, nº 1, p.140-146, 2007.
- ORTEGA, A. R.; ALMEIDA, L. S. DE; MAIA, N. DA; ÂNGELO, A. C. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 3, p. 300-308, jul./set. 2006.
- PINTO, A. M.; VARELA, V. P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro pirarucu (*Licaria canella*) Meissn. Kosterm. In: Congresso Florestal Brasileiro. Trabalhos voluntários e pôsteres. Curitiba: Soc. Bras. Silvíc./Soc. Brás. Eng. Florestais, p.762.v.2 (Resumo), 1993.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1985. 285p.
- PRADO, R.M. Nutrição de plantas, São Paulo: Editora Unesp, 407p, 2008.
- RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemao) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. *Acta bot. bras.* 18(2): 351-358. 2004.
- RODRIGUES, A. C. DA C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. DE O. D.; RIOS, A. P. S. Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). *Revista Árvore*, mar./abr., vol.31, no.2, p.187-193, 2007.
- SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Análise da germinação: um enfoque estatístico. Brasília: Editora UnB, 2004.
- SATURNINO, H. M. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). *Inf. Agropec.*, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SCALON, S. DE P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON F., H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. *Revista Árvore*, vol.27, no.6, p.753-758, nov./dez. 2003.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SCOTT, H.D.; BATCHELOR, J.T. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. *Agron. J.*, v.71, p.776-782, 1979.
- SCREMIN-DIAS, Edna *et al.* (Org.). Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual. Campo Grande: UFMS, 2006
- SMITH, H.; WHITELAM, G. C. Phytochrome. A family of photoreceptors with multiple physiological roles. *Plant Cell Environment* 13: 695-707, 1990.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; SILVA, B. B. da. Balanço hídrico seriado de Petrolina – PE. In: International Rainwater Catchment Systems Conference, 9: 1999, Petrolina-PE. Proceedings... Petrolina-PE: Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva, 1999.
- TEIXEIRA, A.H.C. Informações agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE/ Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 48, 2001.
- TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. *Inf. Agropec.*, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.
- VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão-mansão. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. Anais... Brasília: IBPS, p. 87-90, 2006.
- WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. A luz e a vida das plantas. São Paulo: EDUSP, p.102, 1982.
- YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; FILHO, J. A. M.; VALONE, G. DE V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP: v. 26, n. 2, p. 276-279, Agosto, 2004.

VI. COPYRIGHT

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

CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE BASTÃO DO IMPERADOR POR MARCADORES MOLECULARES RAPD

MARIA ROSA TRAVASSOS DA ROSA COSTA¹; MARLI COSTA POLTRONIERI²; ANDREA CRISTINA RODRIGUES FORTES³; SIDNEY VASCONCELOS DO NASCIMENTO⁴

1,2,3,4 – EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL/PA
maria-rosa.costa@embrapa.br

Resumo - O mercado mundial de flores é atualmente um dos grandes segmentos econômicos do agronegócio. O comércio internacional de plantas ornamentais alcança um valor aproximado de três bilhões de dólares anuais, dos quais considerável parcela se deve a comercialização de espécies de origem tropical (LOGES *et al.*, 2003). A região Norte apresenta grande potencial para o cultivo de plantas ornamentais tropicais, dentre elas a espécie *Etilingera elatior*, vulgarmente conhecida como bastão do imperador. Entretanto ainda há carência de pesquisas que viabilizem o melhoramento da espécie. Assim, o objetivo deste trabalho consistiu em estimar a variabilidade genética existente em uma população de bastão do imperador mantida em conservação no Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental. Foram utilizados marcadores moleculares RAPD (Polimorfismos de DNA Amplificados ao Acaso). As amostras de DNA foram obtidas a partir de folhas utilizando um protocolo inorgânico. A seleção dos iniciadores foi realizada a partir de um screening de quatro kits (OPG, OPA, OPJ e OPU) dos quais foram selecionados os que apresentaram acima de quatro polimorfismos. A análise de similaridade genética foi realizada com sessenta e sete marcadores RAPD, no programa NTSYS-pc 2.0 utilizando o coeficiente de Jaccard. Foram obtidos intervalos de similaridade genética variando de 8 a 86%, sendo que os indivíduos mais divergentes foram o M32 com o M36 (8%) e os mais similares o M38 com M39 (86%). Os resultados indicam a existência de variabilidade genética a ser explorada em programas de melhoramento genético para características de interesse econômico na espécie.

Palavras-chave: Dendrograma. *Etilingera Elatior*. Melhoramento Genético. UPGMA.

I. INTRODUÇÃO

A floricultura abrange o cultivo de flores e plantas ornamentais para os mais variados fins e formas de apresentação incluindo desde o cultivo de flores e folhas para o corte até a produção de sementes, bulbos e mudas arbóreas de grande porte destinadas a recomposição ambiental e paisagismo (COSTA; CAIXETA FILHO, 2002).

O mercado mundial de flores vem apresentando crescimento desde a década de 90, tornando-se um dos grandes segmentos econômicos do agronegócio. O comércio internacional de plantas ornamentais alcança um valor aproximado de três bilhões de dólares anuais, dos quais

considerável parcela se deve a comercialização de espécies de origem tropical. (LOGES *et al.*, 2003).

A região Norte apresenta grande potencial para o cultivo de plantas ornamentais tropicais. Exemplo disso é a espécie *Etilingera elatior*, vulgarmente conhecida como bastão do imperador, que ocorre em matas de sub-bosque e apresenta padrões fenotípicos particulares quando cultivada na região amazônica, principalmente no que se refere a cor e ao formato da inflorescência.

Etilingera elatior (Jack) R.M Smith é uma planta herbácea, rizomatosa, ereta, entouceirada, robusta, florífera e perene que pode atingir de 3 a 6 metros de altura, cujas folhas estão dispostas em espiral (LAMAS, 2002), sendo as hastes foliares frondosas e sempre verdes (KILLERPLANTS, 2003). Cultivada isoladamente, em grupos ou renques, sendo adaptada em locais úmidos e solos férteis. Espécie muito sensível ao frio, sendo indicada para os trópicos (LORENZI; SOUZA, 2001). A espécie pertence à família Zingiberaceae e apresenta vistosas inflorescências nas cores vermelha, branca e rosa. Possui grande durabilidade e um forte apelo comercial. As inflorescências têm a aparência de uma tocha ou bastão, sendo por isto denominado de gengibre de tocha ou bastão do imperador (OLIVEIRA, 2007).

Apesar das vantagens competitivas à cadeia produtiva da floricultura, a região Norte ainda carece de estruturação e pesquisas que norteiem o cultivo das espécies ornamentais, principalmente de trabalhos envolvendo a caracterização molecular destas espécies, já que é grande o número de fenótipos de ocorrência particular nessa região. Para suprir as necessidades deste mercado em expansão é fundamental um programa de melhoramento genético sincronizado com as exigências do mercado consumidor (BENNEMAN *et al.*, 2010).

Marcadores moleculares podem ser utilizados habitualmente em programas de melhoramento genético. Diversos empregos de marcadores em melhoramento de plantas podem ser distribuídos em aplicações cujos resultados apresentam expectativas de curto, médio e longo prazo. Os marcadores permitem quantificar a variabilidade genética existente ao nível de sequência de DNA e correlacioná-la com a expressão fenotípica (BORÉM & CAIXETA, 2006).

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações e possibilitam o monitoramento de bancos de germoplasmas (CRUZ; CARNEIRO, 2003 e RÊGO *et al.*, 2003), pois geram informações úteis para preservação e uso dos acessos (TOQUICA *et al.*, 2003). Estes estudos auxiliam na identificação de possíveis duplicatas, e fornecem parâmetros para escolha de progenitores, que ao serem cruzados, possibilitam maior efeito heterótico na progênie, isto é, aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes. Tais estimativas são de grande utilidade nos programas de melhoramento (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O objetivo deste trabalho foi estimar a variabilidade genética existente em quarenta e duas plantas de bastão do imperador, mantidas em conservação no Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, tendo em vista o grande potencial de utilização da espécie como uma ornamental tropical.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O material analisado foi composto de quarenta e duas plantas de bastão do imperador pertencentes ao Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, selecionadas de acordo com duas características comerciais: cor e formato da inflorescência.

O DNA foi extraído a partir de folhas utilizando um protocolo inorgânico modificado por Costa (2002). Os DNAs extraídos foram quantificados em gel de agarose a 1,0%. A interpretação do gel foi baseada na intensidade das bandas dos DNAs comparadas com as intensidades das bandas do DNA lambda. Após a quantificação, os DNAs foram diluídos a partir de uma alíquota da amostra total com tampão TE para a concentração de trabalho, 5 ng μL^{-1} . As amostras diluídas e concentradas foram armazenadas a -20°C . As reações de amplificação foram desenvolvidas de acordo com o protocolo de Williams *et al.* (1990) com modificações, num volume final de 12 μL contendo água destilada autoclavada, 20 mM Tris-HCl (pH 8,0), 50 mM KCl, 2,0 mM MgCl_2 , 200 μM de cada dNTP, BSA purificada (2,5 mg/ml), 1,3 μM do iniciador arbitrário, 1U.I Taq DNA polimerase e 15 ng de DNA genômico.

Os iniciadores utilizados eram compostos por dez nucleotídeos, oriundos da Operon Technologies (Alameda, CA, USA), contendo 60-70% de G+C. Para o uso corrente, foram diluídos para a concentração de 1,3 μM . A seleção foi realizada a partir de um *screening* de quatro kits contendo vinte iniciadores arbitrários cada, totalizando 80, sendo os kits: OPG, OPA, OPJ e OPU.

As amplificações foram realizadas em termociclador de DNA Eppendorf Mastercycler, sendo realizados 40 ciclos de 1 minuto a 94°C , 1' a 37°C e 2' a 72°C , seguidos de mais 7 minutos a 72°C para a completa extensão dos produtos amplificados. O método utilizado para a separação dos produtos amplificados foi à eletroforese horizontal em gel de agarose. Após a amplificação a cada 13 μL de reação, foram adicionados 3 μL de azul de bromofenol para o monitoramento da corrida no gel à 1,5 %, corado com brometo de etídio 1mg/ml. Foi utilizado TBE 1X (Trizma-base 0,1M; ácido bórico 1M, e EDTA 0,5M) como tampão do gel e da cuba. Após esta, os géis foram visualizados e

fotografados em equipamento de foto documentação por transiluminação em ultravioleta.

Aplicou-se em cada gel um marcador de peso molecular conhecido, o ladder de 1Kb (Gibco-BRL) no início e no final do gel para definir o tamanho aproximado dos fragmentos gerados nas PCRs.

Inicialmente foi construída uma matriz para os fragmentos polimórficos amplificados com (1) significando presença e (0) significando ausência de banda. Somente foram consideradas as bandas que não davam margens a dúvidas. Bandas muito fracas, de difícil resolução, não foram incluídas. A partir da matriz binária foi feito o cálculo das similaridades genéticas usando o Coeficiente de Jaccard por meio da Equação 1: $S_{g_{ij}} = a / a+b+c$, onde a = número de casos em que ocorre a presença da banda em ambos os indivíduos, simultaneamente; b = número de casos em que ocorre a presença da banda somente no indivíduo i; c = número de casos em que ocorre a presença da banda somente no indivíduo j.

Para análise das similaridades obtidas utilizou-se o pacote estatístico NTSYS-pc (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System), versão 2.02. A partir da matriz de similaridade foi gerado o “cluster” pelo método UPGMA (“Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average”), apresentado sob a forma de um dendograma. Para cada par de acessos, a similaridade genética foi estimada por simulações com reamostragens de diferentes tamanhos (10, 20, 30, 40, 50 bandas) utilizando o software GQMOL (CRUZ; SCHUSTER, 2004). O teste de reamostragem do dendograma foi baseado no programa WinBoot (YAP; NELSON, 1996) com mil replicações.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 80 iniciadores testados, 45 foram polimórficos, mostrando-se viáveis para analisar a variabilidade na espécie. Foram obtidas de uma a treze bandas totais e os mais polimórficos foram OPA 06 e OPJ 14. Foram selecionados: OPG 02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 13, 14, 16, 18, OPA 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 10, 13, 16, 17, OPU 03, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20 e OPJ 01, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, que apresentaram acima de quatro polimorfismos.

A figura 01 representa o padrão polimórfico obtido para a amplificação com o iniciador OPU 10, nas quarenta e duas amostras de bastão do imperador, onde se observam os polimorfismos verificados pela presença de bandas em alguns indivíduos e ausência em outras.

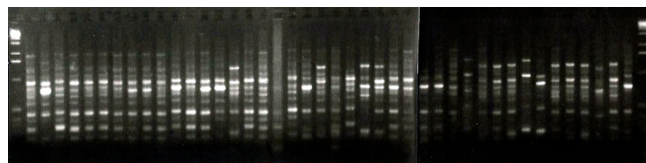


Figura 01 - Amplificação das quarenta e duas amostras de bastão do imperador com o OPU 10. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2011

Um total de sessenta e sete fragmentos polimórficos, com tamanhos variando de 250 a 2.200 pares de bases, foi amplificado pelos quarenta e cinco iniciadores utilizados. Segundo Dudley (1994), 53 marcadores polimórficos são suficientes para a análise de divergência genética, já que o autor considera que resultados no intervalo 50 a 100

marcadores tendem a coincidir com informações baseadas no *pedigree* das amostras.

O número de fragmentos polimórficos variou de 04 (OPG 06, 07, 08, 10,16, OPA 03, 07, 10 e 13) a 10 (OPA 06 e OPJ 14). Cobo (2004) avaliando a diversidade genética de espécies de *Heliconia spp* com quatro microssatélites (GT, CGA, AG, CA) obtiveram número de bandas variando entre cinco e nove.

Não foram observadas, dentre os fragmentos amplificados, a ocorrência de bandas específicas a nenhum genótipo avaliado. Foram estimados os índices de similaridade entre todos os genótipos (Figura 02).

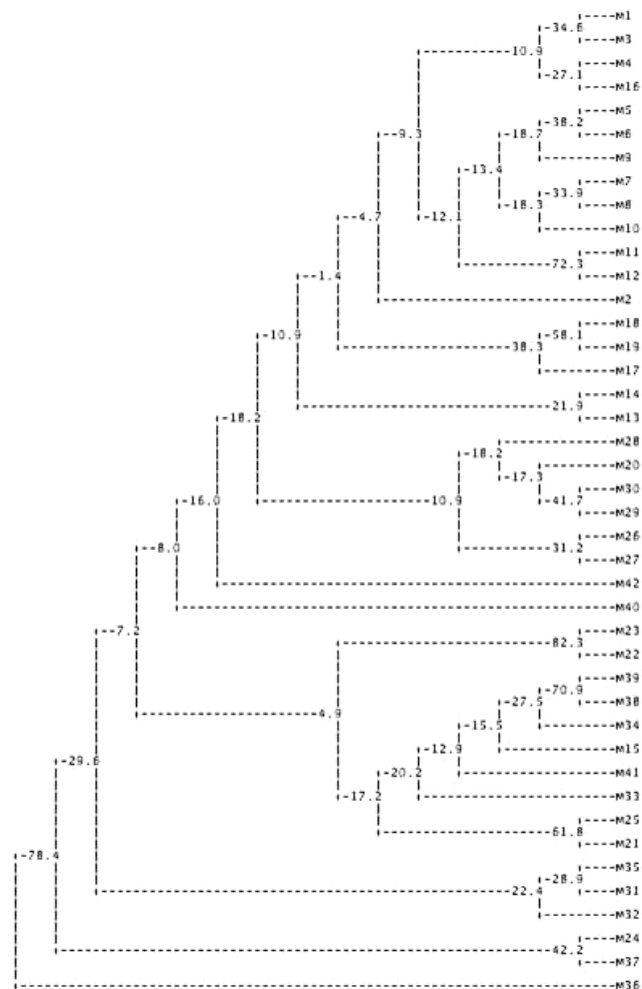


Figura 02 - Dendrograma gerado pelo método de análise de cluster UPGMA para o coeficiente de Jaccard, para as 53 bandas polimórficas obtidas nos RAPDs

A variabilidade genética variou de 8 a 86%. Valores similares a estes foram obtidos por Costa *et al.* (2007) ao avaliar a variabilidade genética, herdabilidade e correlações entre caracteres de hastes florais relevantes para o melhoramento de cultivares e híbridos de *Heliconia psittacorum*. Neste estudo, encontraram coeficientes de variação genética variando de 97,33% a 16,89%.

Beckmann *et al.* (2006) estudando diversidade genética em mini-roseiras, a partir de marcadores AFLP, observaram a partir da análise de agrupamento a formação de um único grupo, sendo a maior similaridade genética encontrada de 96%. Neste trabalho, houve a nítida separação das amostras em dois grandes grupos e dentro do primeiro grupo houve a

formação de subgrupos. No segundo grupo consta somente o genótipo M36, sendo este o mais divergente. Benemann *et al.* (2010) avaliando a variabilidade genética entre acessos de gérbera pelo método UPGMA, a partir de marcadores microssatélites, observaram a separação do material em cinco grupos principais, todos também estreitamente relacionados as características fenotípicas.

Pode-se afirmar que o primeiro grande grupo caracterizou-se pela ausência, quase total, de plantas com inflorescência do tipo tulipa. A única exceção foi à planta de número 40. Já o segundo grupo foi caracterizado pela planta com inflorescência tipo tulipa. Este fato sugere que o fenótipo inflorescência tulipa, possivelmente, está ligado a características genéticas, constituindo-se em um tipo bem diferente dos demais dentro da espécie, sendo um padrão genético fixado na população.

No primeiro subgrupo, formado no grande grupo I, todas as plantas apresentam inflorescência róseo-clara. Já no segundo subgrupo todos os indivíduos possuem inflorescência róseo-escura. É interessante notar que a planta de número 2, apesar de possuir inflorescência róseo-escura ficou isolada das demais.

Nas outras subdivisões se observa duas plantas sendo do tipo porcelana e róseo-clara, tendendo ao porcelana. O M27 tem padrão de coloração bem diferente de todas as demais com inflorescência mesclada com os dois tons de rosa (forte e claro) presentes na população.

A amostra M40 é do tipo tulipa, enquanto a amostra M42 apresenta uma inflorescência até então nunca encontrada dentre as plantas do banco de germoplasma, apresentando rara beleza. Ela possui muitas brácteas finas, dando a impressão de que estas brácteas estão dobradas e superpostas, sendo por isso apelidada de “Dobradinha”, isto sugere que este tipo de fenótipo, possivelmente, pode ser derivado de um tipo de mutação que ocorre em plantas com inflorescência do tipo tulipa, já que este ocorreu aleatoriamente em uma população de plantas tipo tulipa. Entretanto, são necessários estudos mais aprofundados para confirmar ou não esta hipótese, de modo a monitorar o aparecimento de plantas “Dobradinha”, que é um fenótipo de ocorrência rara com grande valor comercial.

O genótipo M36 possui inflorescência tulipa metade verde e metade róseo-escura cuja coloração ainda não havia sido observada em outras plantas e pelo seu isolamento dos demais grupos, pode indicar um tipo genético distinto dos demais.

A característica inflorescência tipo tulipa foi marcante, sendo observada variação de coloração, sugerindo, neste caso, a dominância do formato em relação às demais características fenotípicas.

IV. CONCLUSÕES

A população analisada possui variabilidade genética para ser explorada em programas de melhoramento e na escolha de genitores para o mapeamento de genes que controlam características de importância econômica para a espécie.

É de fundamental importância a realização de outros estudos genéticos para a comprovação de todas as hipóteses levantadas neste trabalho, dando ênfase ao fenótipo “Dobradinha”, por sua raridade e relevância comercial.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENEMANN, D. P.; ARGE, L. W. P.; NOGUEIRA, L. R.; BIANCHI, V. J.; MAIA, L. C. da; PETERS, J. A. Variabilidade genética entre acessos de gérbera (*Gerbera hybrida*). In: XIX CIC- XII ENPOS E II MOSTRA CIENTÍFICA, 2010, RS. **Resumos...** Pelotas- RS, 2010.
- BORÉM, A. & CAIXETA, E. T. **Marcadores moleculares**. Viçosa – M.G., 374p., 2006.
- COBO, G. M. **Caracterización morfológica y molecular de materiales comerciales de *Heliconia spp.*** 2004. Dissertação (Especialista Biotecnologia) – Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 2004.
- COSTA, A. S.; LOGES, V.; CASTRO, A. C. R. DE; BEZERRA, G. J. S. de M.; SANTOS, V. F. dos. Variabilidade genética e correlações entre caracteres de cultivares e híbridos de *Heliconia psittacorum*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 2, n. 3, pp. 187-192, 2007.
- COSTA, R. W.; CAIXETA-FILHO, M. **Mercado de flores e plantas ornamentais no estado de São Paulo: avaliação da sazonalidade no Veiling Holambra**. Agric. São Paulo-SP, 2002.p.31-54.
- COSTA, M. R.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Extração de DNA de açaizeiro a partir de folhas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 22 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 127).
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.
- CRUZ, C. D.; SCHUSTER, I. GQMOL aplicativo computacional para análise de dados moleculares e de suas associações com caracteres quantitativos. Versão 2.1. Viçosa: UFV, 2004.
- KILLERPLANTS. **Plant of the week**. 09 jan. 2003. Disponível em: <http://www.killerplants.com>. Acesso em 19 jan. 2012.
- KRUSKAL, J. B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a no metric hypothesis. **Psychometrika**, v. 29, n. 1, p. 1-27, 1964.
- LAMAS, A. M. Floricultura Tropical: Técnicas de cultivo. Recife: SEBRAE/PE, 2002, 88p.
- LOGES, V.; SOUZA, J. W. O.; PINHEIRO, P.G.L.; CASTRO, A.C.R. de; LIRA JUNIOR, M. de A. Desenvolvimento de inflorescências de *Etilingera elatior*, *Tapeinochilos ananasseae* e *Zingiber spectabilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., 2003, CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS, 1., 2003, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. p. 395.
- LOGES, V.; TEIXEIRA, M. do C. F.; CASTRO, A. C. R. de. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n.3, p. 699-702, 2005.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3 ed. Nova adessa – SP: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.
- OLIVEIRA, J. F. 2007. **Viabilidade polínica e propagação in vitro de *Etilingera elatior* (Jack) R. M. Smith**. Rio Largo- AL, 2007.
- PARAN, I.; AFTERGOOT, E.; SHIFRISS, C. Variation in *Capsicum annum* revealed by RAPD and AFLP markers. **Euphytica** 99, 167-173.1998.
- RÊGO, E. R.; RÊGO, M.M.; CRUZ, C. D. CECON, P. R.; AMARAL, D. S. S. L.; FINGER, F. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. **Crop Breeding an Applied Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2003..
- TOQUICA, S. P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M. C.; TOHME, J. Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon department in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, n. 6, p.639-647, 2003.
- WILLIAMS, J. G. K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K. J.; RAFALSKI, J. A.; TINGEY, S. V. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, v.18, n. 22. p. 6531-6535, 1990.
- YAP, I.; NELSON, R. J. Winboot: a program for performing bootstrap analysis of binary data to determine the confidence limits of UPGMA based dendograms. Manila: IRRI, 1996. 25 p. (IRRI. Discussion Paper, 14).

VI. COPYRIGHT

Os autores do artigo citados na página inicial são os únicos responsáveis pelas informações contidas neste trabalho

UMA NOVA EDUCAÇÃO: UM ESTUDO SOBRE OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO E AS NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

ADAILTON SOUZA AGUILAR¹; CRISTIANE PEREIRA OLIOZI DOS SANTOS¹; GABRIEL FARIA PEDROZA¹; BENEDITO BOREL CONCEIÇÃO¹

1 – FACULDADE VALE DO CRICARÉ, SÃO MATEUS, ES
adailtonaguilar@hotmail.com

Resumo - Este presente trabalho foca as novas tecnologias e o mundo da informática e mostra como elas têm se apresentado como um grande desafio para as instituições educadoras do Brasil e com ela, uma nova abordagem pedagógica para as escolas do ensino fundamental e ensino médio. Além disso, fundamenta também, com análises de documentos, Tanto nas escolas públicas como particular, mostrando que modalidade presencial precisa desenvolver habilidades para liderar muitos espaços, integrando-o as novas formas educativas de maneira equilibrada e inovadora para o ensino fundamental e médio. Procurar entendendo através de estudos e pesquisas as novas tecnologias e seu desenvolvimento e como integrando-lo ao mundo educacional presencial e seus desafios. Abordarei também sobre os espaços na escola, desafiando uma nova sala qualificada com ações diferenciadas; como também o Laboratório conectado à Internet para uso dos alunos em pesquisas e desenvolvimento de atividades e pesquisa e de domínio das tecnologias. E por fim, fundamentando em pesquisas de documentos fornecidos, abordar uma ação presencial na possibilidade de diminuir o número de aulas tradicionais e incorporando aulas a distância e o uso das TICs. Concluindo então, e observando, como é grande os desafios que as escolas do ensino fundamental e médio, tem para incorporar as novas tecnologias e torná-las mas acessíveis aos alunos e educadores.

Palavra Chave: Tecnologias. Educação. Internet. Ensino a Distância. Interação. Escola.

I. INTRODUÇÃO

A economia mundial se tornou, junto a globalização, quase sempre pouco coerente com outros seguimentos fora da área econômica, forte e dominante graças as novas tecnologias. Percebe-se também, que as novas tecnologias, conforme já afirmou Gianni Vattimo (1991), produz uma multiplicação de valores, com grande concentração de capital e de empresas no mundo da mídia, alterando comportamentos, culturas e costumes.

Qualquer pesquisa que fizermos descobrirá que os desenvolvimentos científicos e a tecnologia tem forçado o mundo a ações transparentes e que inclua em suas agendas a integração da tecnologia, mesmo que sejam conflitantes com muitos costumes, culturas e seus valores. O mundo estar

conectado, e é grande desenvolvimento científico e tecnológico, e isso tem exigido do estado atividades claras que promova a inclusão e sua integração nos dias atuais, altamente conectados e conexões velozes.

Pensando nessas novas tecnologias, mas agora no setor da educação e principalmente no ensino fundamental e médio nas escolas públicas, existe um grande desafio para adequá-las às novas tecnologias, e este setor vêm sofrendo questionamentos fortes por resistirem e não buscarem elementos que possibilitem as novas tecnologias para o mundo escolar. A meu ver a formação continuada impõe idéias pouco aceitáveis, e um dos aspectos que vem chamando a atenção ao longo da última década é a ênfase que se tem dado à educação a distância, como sendo a grande possibilidade de superação desses desafios educacionais contemporâneos. E o que percebo é que as questões nessa área são conduzidas como uma simples motivação do desenvolvimento das novas tecnologias e a busca por computadores. Mas se olharmos, chegaremos a conclusão que vai um pouco mais do que isso, não é uma simples incorporação das novas tecnologias e sim como novas interfaces da comunicação. Outro desafio que desejo abordar neste trabalho é a possibilidade da escola secular e presencial no ensino fundamental e médio, se adequar as práticas da educação a distância, com as novas tecnológicas nelas integrados.

II. ENTENDENDO AS NOVAS TECNOLOGIAS

Quando se trata do entendimento do uso das TICs (Tecnologias de Comunicação e Informação) logo se nota que se tem sido experimentado em muitos lugares do mundo e uma desvalorização e futilidade da verdadeira ação das TICs e a sua eficácia, na tentativa de incorporação as ações tradicionais na educação, mascarando as TICs como avanços educacionais. Nota-se que o fracasso será grande se prosseguirem com a insistência de torná-la apenas como uma simples ferramenta complementar e auxiliar na educação, atrasando e vivendo em um outro mundo da educação.

A diferença entre as duas maneiras de educação, tanto a educação a distância quanto a educação presencial podem ser grandes, mas com as novas tecnologias, mudam as dimensões, então ela aproxima as duas linhas, podendo trabalhar de maneira harmoniosa.

O grande desafio para a educação é a possibilidade de torna viável as ações de educação à distância e presencial com a política escolar, para tornar o ambiente mais favorável. Para a viabilização de um projeto político como esse, torna-se necessário pensar nas escolas informatizadas e conectadas. Essa integração conectiva passa ser a motivação e a palavra de ordem primordial nas escolas do Brasil e isso significa que deve ocorrer de forma conjunta ao acesso às tecnologias em e à infra estrutura da comunicação.

Já existe no país uma legislação específica, porém, faltando a regulamentação que por sua vez impede a implantação. A legislação LGT promulgada em 1997 inseriu FUST, que procura dá suporte à implantação em redes públicas que possam receber projetos educacionais. Mesmo depois de promulgada, porém, não regulamentada trouxe conseqüentemente a não aplicação do projeto, trazendo prejuízos de todos os níveis e atrasando o desenvolvimento de uma política educacional. Os recursos para implantação desse projeto envolvem somas consideráveis, em 1999 foi liberado cifras em torno de 760 milhões e para o ano 2003 foi previsto, 280 milhões e em 2007 250 milhões. Observe a queda! Porque ocorre isso, uma queda brusca e imagino que em 2013 não seja diferente? A razão pode esta nas privatizações e suas amortizações. Essa perda aparece como um fator relevante à não expansão das TICs na educação. Junto, desde 1999 vem sendo construído o Programa Sociedade da Informação [<http://www.socinfo.org.br>], que o presidente da república lançou em dezembro do mesmo ano com intuito de produzir transformações na educação. O então livro branco procura definir aspectos fundamentais com as novas tecnologias de comunicação e informação que poderá ser usado pela educação. Uma maneira de promover ações continuadas e fortalecê-las com o a utilização de novas tecnologias modernas na vida das escolas terá que ser por articulações intensa de ações com perspectiva teórica e física, fortalecendo assim o currículo. Nossas unidades escolares têm um papel muito forte e de liderança nas chamadas novas competências. Seu papel é bem completo e fundamental, onde deve produzir uma aliança entre informações, novos saberes, competência e na vida em sociedade, segundo pretto, os Valores como solidariedade, trabalho coletivo, ética, são possivelmente recuperados nesse contexto tecnológicos (PRETTO, 1996).

III. TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Sua Integração no Ensino Fundamental e Médio

As Novas tecnologias chegaram trazendo tremendo desafio as instituições educacionais e aos educadores, porém, para seu uso com qualidade maior se faz necessário controlar também a modernidade da infraestrutura e as orientações nas mudanças necessárias. Moran afirma que os programas de gestão administrativa estão mais desenvolvidos do que os voltados à aprendizagem (MORAN, 2007). Há avanços no mundo virtual de aprendizagem, mas só conseguem alcançar superficialmente as instituições escolares, pois, sua estrutura é pesada e

voltada a uma educação da década de 70, Joana ainda informa:

Digitalização permite registrar, editar, combinar, manipular toda e qualquer informação, por qualquer meio, em qualquer lugar, a qualquer tempo. A digitalização traz a multiplicação de possibilidades de escolha, de interação. A mobilidade e a virtualização nos libertam dos espaços e tempos rígidos, previsíveis, determinados (JOANA, 2004).

As tecnologias que num primeiro momento são utilizadas de forma separada – computador, celular, Internet, mp3, câmera digital – e caminham na direção da convergência, da desagregação dos equipamentos multifuncionais que agregam valores, e claro, isso trás sérios prejuízos a integração adequada. As novas tecnologias afetam sistematicamente a educação, apesar da resistência institucional, porém existe uma grande uma pressão por mudanças no ensino fundamental e médio nas instituições educacionais. Outra situação é que as grandes empresas estão cada vez mais ativa no mundo educacional, em especial o mundo online, exigindo, claro, mais agilidade das instituições educacionais. A maneira de ensinar e aprender estão sendo alterada de maneira significativa com as novas tecnologias, principalmente com o desenvolvimento tecnológico. Isso acontece principalmente nas redes de informação, onde esta provocando profundas mudanças na educação EaD e a presencial. Nessas mudanças até a educação presencial se ver fossada ou pressionada a incorporar novas tecnologias e atividades que são da realidade EaD equilibrando e flexibilizando e integrando na experiência presencial do ensino fundamental e médio.

IV. PROBLEMAS NA INTEGRAÇÃO INOVADORA NAS ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

As inovações nas escolas do ensino fundamental e médio é um grande desafio, uma vez que estas instituições são mais tradicionais que inovadoras e com isso, o comportamento escolar tem resistido fortemente às mudanças.

O professor ainda é o modelo mais explorado para o ensino, mesmo diante dos apelos tecnológicos e apesar da busca de mudanças do foco do ensino na educação. Isso por si só já mostra a dificuldade que se encontra para as mudanças necessárias nas escolas tradicionais, e claro, com isso as inovações serão mais lentas, e quando tentam fazer algo, apresentam uma ação virtual, assim mesmo centralizadora no educador (professor) do ensino presencial (MORAN, 2007).

Em muitas situações os educando estão prontos para as novas tecnologias, quando os educadores, em geral, não (CYSNEIROS, 1998). Percebe-se uma tentativa de mascarar essa situação, onde os educadores vêem esse descompasso com as novas tecnologias e tentam justificar com pequenas concessões, porém se prendem ao regime tradicional e em geral por medo ou desconhecimento, “*é por isso e pelo hábito se mantém uma estrutura repressiva, controladora, repetidora*” (MORAN, 2008). Os educadores sentem que precisam mudar, mas por falta de informação e conhecimento não o fazem e não se sentem preparados para

experimentar com segurança. As organizações, tanto governamentais quanto particulares exigem mudanças dos educadores e em alguns casos exacerbada, mas não oferecem uma contra partida, não oferecem condições para que isso ocorra. Veja o que Moran afirma:

Freqüentemente algumas organizações introduzem computadores, conectam as escolas com a Internet e esperam que só isso melhore os problemas do ensino. Os administradores se frustram ao ver que tanto esforço e dinheiro empatados não se traduzem em mudanças significativas nas aulas e nas atitudes do corpo docente (MORAN, 2008).

Note que os investimentos ainda esta focada em uma escola tradicional, maquiada em inovações, a idéia tutorial nem se quer é pensada e com isso investimento sem resultado adequado e longe de surti algum resultado significativo.

O que se observa é que em meio a tantos avanços tecnológicos e inclusive alguns de ponta, assim mesmo há um atraso nas instituições educacionais e suas organizações e no gerenciamento desses recursos. Essas mudanças na educação dependem, mais do que das novas tecnologias, e sim, de termos educadores, gestores e alunos maduros intelectual, emocional e eticamente; pessoas curiosas, entusiasmadas, abertas, que saibam motivar e dialogar; pessoas com as quais valha a pena entrar em contato, porque dele saímos enriquecidos (MORAN, 2007). E neste caso, poucos fazem uso com uma visão ampliada de educação inovadora, despertando a curiosidade da aprendizagem, tanto da apresentação a teórica como da prática e no dia a dia. Alunos, educadores e instituições precisam entender o papel e a função das novas tecnologias para a educação, e a maturidade é fundamental para ambas as partes.

V. O ESPAÇO DE ENSINO – APRENDIZAGEM

Ao refletir sobre o ensino aprendido, e o privilégio de está na sala de aula, logo pensamos em um professor escrevendo no quadro branco e os alunos sentados em fila em suas carteiras, o muito um vídeo, data show e um computador. Com a chegada da internet e as redes de comunicação ao vivo, aparece novos espaços no ensino-aprendizagem, que muda o que se faz em uma sala de aula tradicional. Foi afirmado:

Abrem-se novos campos na educação on-line, através da Internet, principalmente na educação a distância. Mas também na educação presencial a chegada da Internet está trazendo novos desafios para a sala de aula, tanto tecnológicos como pedagógicos (BELLONI, 1999).

A educação presencial do ensino fundamental e médio precisa se adaptar e aprender lidar com os espaços e a se integrar a EaD e as novas tecnologias, equilibrando e sendo um pouco mais inovadora. A sala de aula deve ser o primeiro espaço a ser avaliado e qualificado, e equipá-las com atividades diferentes, com visitas e consultas e desenvolvimento de domínio técnico pedagógico. Para Moran Estas atividades se ampliam e complementam a distância, nos ambientes virtuais de aprendizagem e se complementam com espaços e tempos de experimentação,

de conhecimento da realidade, de inserção em ambientes profissionais e informais, afirma (MORAN, 2007).

Aquela prática antiga dos educadores em fixa e se preocupar com as atividades em sala de aula com seus alunos foram alterando e ampliando para laboratórios, na internet e no acompanhamento dos projetos, fazendo uma ligação entre teoria e prática. Além disso, precisa aprender a gerenciar também atividades à distância, visitas técnicas, orientação de projetos e tudo isso fazendo parte da carga horária da sua disciplina, estando visível na grade curricular, flexibilizando o tempo de estada em aula e incrementando outros espaços e tempos de aprendizagem, afirma Moran. (MORAN, 2008)

Um Educar com qualidade implica em ter acesso e competência para organizar e gerenciar as atividades didáticas em, pelo menos, três espaços: Uma nova sala de aula; O espaço do laboratório conectado e a Utilização de ambientes virtuais de aprendizagem (MORAN, 2007). Diante desse quadro proposto apresentarei uma breve reflexão diante aos desafios dos espaços na escola e o uso delas na educação presencial.

1. A sala de aula

Se tem um lugar fundamental nas instituições educacionais, diríamos que é a sala de aula, é lá que tudo começa e é de lá que as novas diretrizes são aplicadas ou seja, ela se torna o inicio o meio e o fim, seja no modelo tradicional ou inovadores, já que não se pode abrir mão ainda do ambiente presencial para o ambiente virtual. É aqui que a aprendizagem vai acontecer ou a canalização dela. O que vamos apresentar dentro do ambiente sala de aula para que se tenha uma maior qualidade do ensino e na aprendizagem.

a) Não podemos deixar de iniciar pelos educadores, claro que precisam de motivação e um preparo adequado e atualizado e óbvio bem remunerado, com uma carga horária de atuação menor e mais justa.

b) No ambiente em sala de aula é necessário ter acesso a tecnologias, para que acha uma aprendizagem mas evoluída. Nada de salas de aulas quente e carteiras desconfortáveis, quadros mal projetados. O que seria o ideal é o que afirma Moran, ou seja, salas confortáveis, com boa acústica e tecnologias, com fácil acesso ao vídeo, DVD ,ponto de Internet, para acesso a *sites* em tempo real pelo professor ou pelos alunos, quando necessário (MORAN, 2008).

c) Um computador em sala de aula com projetor e multimídia são recursos também necessários.

2. O laboratório de Informática

É importante que o educador programe em uma de suas aulas uma visita com os alunos ao “laboratório de informática”, e obvio com micros suficientes para todos os alunos e conectados à Internet. Nessa aula (uma ou duas) o professor precisa está atento e orientá-los a fazer pesquisa na Internet educativa e de aprendizagem, além disso, buscar notícias da matéria ou do assunto abordado em sala de aula, na intenção de realizar uma pesquisa relevante e educativa, onde eles possam entender o que é fundamental ou pouco relevante e isso pode ser feito tanto individual ou em grupo (PRETTO, 1996).

Não se pode esquecer-se de realizar visita as plataformas virtuais, como realizar tarefas e uso de

ferramentas como chat, fórum, como tirar dúvidas. Por isso é importante as visitas e a frequência constante aos laboratórios pelos educadores e educando e isso só é possível se o professor for treinado antes e é neste ponto que ocorre o maior erro. Imagine uma educação presencial com sua plataforma virtual para realização de atividades em casa ou mesmo nos laboratórios? Seria desafiador e interessante.

3. Ambiente Virtual de Aprendizagem no Ensino Fundamental e Médio

Apesar de um sistema virtual ser, mas utilizado para a EaD, as instituições de educação do ensino fundamental e médio poderia utilizar dessa ferramenta para a educação presencial também com realização de pesquisa em grupo ou individual, de estudos específicos ou um estudo geral. Apesar de ser inovador, acredito que essa ferramenta possa ser utilizada dentro das instituições presenciais ou uma espécie de modalidade a distância.

O professor necessita de conhecimento e competência em sala de aula, competência da gestão dos tempos a distância combinado com o presencial com afirma Moran (MORAN, 2007). Observa-se que a aprendizagem cria uma nova forma e enriquecedora, mantendo a motivação e novas experiências em sala de aula e complementando o que se faz na modalidade presencial. O educador e os educando são direcionados ao laboratório de informática, sendo liberado de algumas aulas presencial para que possa desenvolver e aprender na modalidade a distância. Claro que o presencial tem seu lugar e importância, mesmo porque é lá que se iniciam algumas atividades, informações, orientações divisões de grupos, direção da pesquisa e onde dúvidas podem ser tiradas.

O ideal também que o educador tenha um tempo, remunerado, para atendimento virtual na semana, se achar conveniente para tirar dúvidas e acompanhar o resultado das atividades.

Moran levanta ainda uma questão importante, quando apresenta um questionamento sobre a necessidade de repensar o currículo para harmonizar a escola presencial com a virtual (MORAN, 2008). Juntar essas duas modalidades é um grande desafio e formar um currículo adequado aumenta o desafio é ainda mais.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino e a aprendizagem nas escolas do ensino fundamental e médio sempre foram um grande desafio e hoje mais do que nunca. Muitas informações, fontes diversas, visões múltiplas e pressão de todos os lados. A complexidade é imensa, uma vez que a própria sociedade é complexa e Educar hoje é desafiador. As novas tecnologias já esta a disposição do estudante e do educador. Sendo assim, é necessário rever todo o processo, reaprender a ensinar, a reaprender com os alunos, a orientar, a focar no que vai aprender.

Que desafios tremendos temos que enfrentar na educação, em especial no ensino fundamental e médio, as novas tecnologias, a informatização e a Internet traz estímulos imensos para estas instituições educacionais, tanto públicas como particulares. Nós educadores precisamos nos informar e formar, conhecer e aprender, lidar com esses novos desafios, integrá-los e gerenciá-los. Será precisa entender o que é uma tecnologia inovadora e seus desafios

de aplicação no espaço ambiente escola presencial. Além disso, será preciso avaliar o espaço a nova sala que deve está equipada e com atividades diferentes, integrado com laboratório de informática e que este esteja conectado em rede veloz para desenvolver atividades e pesquisas pedagógicas. O currículo precisa ser planejado e flexível a realidade de cada unidade escolar, o tempo e as atividades precisa ser avaliada e prevista neste currículo.

VII. REFERÊNCIAS

- BELLONI, Maria Luisa. *Educação a distância*. Campinas: Autores Associados, 1999. Especialista em mudanças na educação presencial e a distância
- CITELLI, Adilson. **Educação e Comunicação**. Linguagem em movimento. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.
- Cysneiros, Paulo G. (1998). Novas Tecnologias na Sala de Aula: Melhoria do Ensino ou Inovação Conservadora? IX ENDIPE. Águas de Lindóia, São Paulo, maio de 1998. Anais II, vol. 1/1, pp. 199-216. Republicado in Revista Informática Educativa (Bogotá, Colombia, Universidad de los Andres). Vol. 12, n.1, Mayo 1999, pp. 11-24.
- Cysneiros, Paulo G. (2000b). Iniciação à Informática na Perspectiva do Educador. Recife, NIE/NPD/UFPE (submetido para publicação na Rev Bras. de Informática na Educação (UFSC, Depto de Informática), Setembro de 2000.
- MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 15ª ed. São Paulo: Papirus, 2008.
- Moran, José Manuel. *A educação que desejamos novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papirus, 2007.
- Pretto, Nelson De. *Luca Uma escola sem/com Futuro: educação e multimídia*. Campinas/SP, Papirus, 1996.
- ROMANOWSKI, Joana Paulin et al (Orgs). *Conhecimento local e conhecimento universal: Diversidade, mídias e tecnologias na educação*. vol 2, Curitiba, Champagnat, 2004, páginas 245-253. Texto publicado nos anais do 12º Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino.

VIII. COPYRIGHT

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

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS EM UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

FERNANDO CÉSAR RODRIGUES BRITO¹; RAFAELLA MARIA MONTEIRO SAMPAIO¹; ANA LUIZA REZENDE DE FERREIRA¹; MARTA DA ROCHA MOREIRA¹; IRAMAIA BRUNO SILVA LUSTOSA¹; ANA CAROLINA MONTENEGRO CAVALCANTE¹; MARIANA CARVALHO FREITAS¹
1 – CENTRO UNIVERSITÁRIO ESTÁCIO DO CEARÁ
fernandocrbrito@hotmail.com

Resumo - Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) são conhecidas como estruturas complexas destinadas a produção de refeições em quantidades variáveis. Apesar da importância desse setor para os campos da economia e saúde, a atividade de produzir alimentos gera consequentemente, muitos resíduos que quando mal gerenciados, podem causar um impacto negativo ao meio ambiente. Este trabalho possuiu como objetivo caracterizar e avaliar a destinação dos principais resíduos produzidos em uma unidade de alimentação e nutrição localizada no município de Fortaleza. A unidade em questão produz atualmente cerca de aproximadamente 600 refeições diárias abrangendo almoço, jantar e ceia. A execução dos cardápios da unidade foi acompanhada por um período de 10 dias no mês de outubro de 2013. Após a classificação dos resíduos foi elaborada uma planilha de ação corretiva destinada a apresentar mudanças na destinação dos resíduos e auxiliar a unidade de alimentação a aderir aos conceitos de sustentabilidade. Os principais resíduos produzidos pela UAN foram papel; papelão; lixo orgânico proveniente do preparo de alimentos, sobras e rejeito; vidro; metais; embalagens plásticas e óleos de frituras. A maior parte dos resíduos produzidos era jogada em lixo comum para recolhimento do serviço público. As ações corretivas propostas foram voltadas a implantar um fluxograma de utilização das matérias primas direcionado para a sustentabilidade ambiental e incluir temas sobre a utilização desses recursos nos treinamentos periódicos os quais os colaboradores são submetidos.

Palavras-chave: Unidades de Alimentação e Nutrição. Resíduos. Sustentabilidade.

I. INTRODUÇÃO

Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) são conhecidas como estruturas complexas destinadas a produção de refeições em quantidades variáveis. Essas unidades são compreendidas como uma sequência de ações planejadas, executadas e avaliadas continuamente a fim de garantir a produção de alimentos que atendam as necessidades dos clientes nos aspectos nutricionais, higiênicos, psicossociais e culturais.¹

Dados da Associação Brasileira de Refeições Coletivas (ABERC) estimam que somente em 2010 mais de 17 milhões de refeições diárias foram oferecidas por este segmento. Representado por empresas prestadoras de serviço e refeições comerciais. Apesar da inegável

importância desse setor para os campos da economia e saúde, a atividade de produzir alimentos gera consequentemente, muitos resíduos que mal gerenciados, podem causar um impacto negativo ao meio ambiente. Por outro lado, o bom gerenciamento desses resíduos pode trazer uma série de benefícios aos estabelecimentos tais como ações de planejamento de estoques, porções, manipulação de resíduos e economia, além de garantir uma gestão consoante com os conceitos de sustentabilidade ambiental.²

No entanto, as complexas e diversas atividades exercidas pelos colaboradores dos estabelecimentos que trabalham com alimentação acabam por deixar em segundo plano os cuidados com a destinação dos resíduos produzidos.³

A produção de alimentos envolve diversos aspectos entre o processo produtivo e o meio ambiente. Os insumos como água utilizada na produção dos alimentos, as matérias primas, a escolha dos fornecedores (proximidade geográfica do local, agricultura familiar), os tipos de embalagens e as fontes térmicas disponíveis escolhidas pelos estabelecimentos, devem ser inseridos nos conceitos de sustentabilidade ambiental.⁴

Os resíduos produzidos na produção de alimentos devem ter um destino correto para evitar ou não agravar a poluição ambiental. Neste sentido, é importante que o responsável pela unidade faça um mapeamento do ciclo de vida dos insumos e rejeitos, a fim de escolher as melhores opções.⁵

A gestão ambiental possui como uma de suas funções, orientar os manipuladores e gestores da área de produção de alimentos sobre a correta destinação dos resíduos e propor estratégias para potencializar os recursos, com mínimas consequências ao meio ambiente. Assim, este trabalho possui como objetivo caracterizar e avaliar a destinação dos principais resíduos produzidos em uma unidade de alimentação e nutrição localizada no município de Fortaleza.

II. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma unidade de nutrição e alimentação situada em Fortaleza-Ce que fornece

aproximadamente 600 refeições diárias abrangendo almoço, jantar e ceia.

A execução dos cardápios da unidade foi acompanhada por um período de 10 dias no mês de outubro de 2013. O objetivo do acompanhamento foi caracterizar os resíduos produzidos pela unidade. A caracterização dos resíduos foi realizada utilizando os critérios presentes na legislação da Associação Brasileira de Normas Técnicas.⁶ Após a classificação dos resíduos foi elaborada uma planilha de ação corretiva destinada a apresentar mudanças na destinação dos resíduos a fim de auxiliar a unidade de alimentação a aderir aos conceitos de sustentabilidade.

A realização do estudo foi autorizada pela nutricionista gestora da unidade de alimentação e nutrição. A mesma assinou um termo de anuência concordando com a realização da pesquisa.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de execução da pesquisa o número de refeições produzidas variou entre 550 a 620 refeições/dia. O público alvo da unidade são trabalhadores industriais de ambos os sexos na faixa etária de 18 a 50 anos. A UAN funciona de segunda a sábado nos três turnos fornecendo desjejum, almoço e jantar.

O padrão dos cardápios foi considerado popular. Os cardápios servidos eram compostos por 01 opção protéica, arroz, feijão, guarnição, uma opção de salada, suco e sobremesa.

O padrão de cardápios pode ser: popular, médio ou de luxo. O padrão popular é definido como aquele de baixo custo, com preparações pouco elaboradas, consequentemente não exigindo mão de obra especializada.¹ A UAN dispõe de 20 colaboradores distribuídos nas funções de nutricionista, cozinheiro, auxiliar de cozinha, serviços gerais e auxiliar administrativo. A tabela 1 apresenta a composição dos resíduos produzidos pela UAN no período da pesquisa e sua destinação.

Tabela 1 - Composição dos resíduos produzidos pela UAN no período de 20 a 30 de outubro. Fortaleza, 2013.

| Resíduos | Destinação |
|-----------------------|-----------------------|
| Papel/papelão | Lixo comum |
| Lixo Orgânico | Lixo comum |
| Vidro/Metais | Lixo comum |
| Embalagens Plásticas | Lixo comum |
| Óleos de frituras | Rede de esgoto |
| Rejeito alimentar* | Destinado a animais |
| Sobras de alimentos** | Destinado a animais |
| Água | Esgotamento Sanitário |

Fonte: Dados do autor

*Rejeito alimentar – Porção da refeição servida, mas deixada no prato pelo cliente

**Sobra de alimentos – Porção dos alimentos servida no balcão de distribuição. Pode ser considerada como excedente da produção.

A unidade de alimentação avaliada produz resíduos alimentares de diversos tipos: sólidos e fluidos. Viana (2006) refere-se aos resíduos alimentares como resíduos orgânicos e inorgânicos originados no preparo de alimentos em cozinhas domiciliares ou industriais. Segundo o autor resíduos orgânicos são encontrados em até 65% do total de resíduos.⁷

Em relação ao serviço de alimentação em questão, não foi possível quantificar os resíduos devido a falta de equipamentos básicos como uma balança. Porém, pode-se

observar que a unidade de alimentação não possui qualquer tipo de gerenciamento ou quantificação dos resíduos. Nem mesmo os registros de pesagem das sobras e rejeitos (resto-ingesta).

O resto ingesta é utilizado como indicador de qualidade em UAN. O acompanhamento diário do total de alimentos que retornam dos pratos dos clientes deve fazer parte da rotina dos estabelecimentos. Quanto menor o índice de resto ingesta, menor o desperdício de insumos e maior a satisfação do cliente.⁸

Porém a qualidade da refeição deve ser assegurada por varias dimensões: nutricionais, higiênico sanitárias e de sustentabilidade. A produção de alimentos precisa circular e assegurar todas as etapas do processo produtivo. O cuidado e remanejamento dos resíduos deve ser realizado dentro do âmbito das ações preventivas em saúde pública.⁹

O quadro 1 apresenta a planilha de ação corretiva da destinação de resíduos na UAN.

Quadro 1 - Ações corretivas da destinação dos resíduos utilizado na UAN. Fortaleza, 2013.

| Resíduos | Ações corretivas |
|---|--|
| Papel/Papelão Vidro/Metais Embalagens plásticas | 1. Separar as embalagens de produtos em uma área que não atrapalhe o fluxograma da produção de alimentos e encaminhar para reciclagem |
| Óleos de frituras | 1. Programar o quantitativo correto para evitar sobras 2. Atestar periodicamente a qualidade do óleo 3. Separar o óleo para descarte em dique de contenção 4. Reciclagem |
| Água | 1. Averiguar a correta diluição dos produtos de limpeza e acompanhar os procedimentos de preparação de alimentos e higienização ambiental com a finalidade de evitar desperdício 2. Realizar manutenção preventiva nas instalações hidráulicas com a finalidade de evitar vazamentos e entupimentos |
| Rejeito/Sobras de Alimentos | 1. Acompanhar a satisfação do cliente em relação aos cardápios oferecidos. 2. Otimizar o planejamento dos per capita |

Assis (2011) afirma que as empresas devem garantir formas seguras de acondicionamento em todo o fluxograma da preparação dos alimentos que abrange desde o momento da escolha do fornecedor, recebimento, armazenamento, pré preparo e preparo dos alimentos.¹⁰

Durante o acondicionamento, todo resíduo deve ser acondicionado em recipiente apropriado, identificado com tampa sem acionamento manual, revestido com plástico e que não permita vazamentos. Além disso, os colaboradores da UAN devem ser treinados periodicamente.¹¹

A retirada dos resíduos das áreas de produção deve ser feita diariamente, quantas vezes for necessário por meio de caixas fechadas de forma a não propiciar condições para a contaminação dos alimentos.

O Manual da Aberc (ABERC, 2011) ressalta que a área para depósito dos resíduos deve estar localizada em ponto que facilite a remoção diária e deve ser fechada revestida de material lavável. Nesta área deve conter esguicho de pressão com água fria e quente para limpeza dos latões.²

Resíduos orgânicos devem ser mantidos em locais com climatização apropriada de modo a evitar a proliferação de microrganismos e servir como chamariz de pragas.¹¹

Recomenda-se que as empresas produtoras de alimentos devem contratar empresas especializadas na remoção de resíduos não recolhidos pelo serviço público. O óleo usado deve ser acondicionado em recipientes apropriados e recolhido por empresas terceirizadas, prevenindo a contaminação do ambiente.¹²

Durante a pesquisa pode-se observar que para a produção de alimentos é necessário um grande consumo de água em varias etapas do processo, seja na preparação dos alimentos, como na higienização de equipamentos e utensílios. No entanto, na unidade não possuía qualquer tipo de controle sobre a quantidade de litros de água consumida.

Entidades como a ABERC e a SABESP (Serviço de Abastecimento do Estado de São Paulo) apresentam propostas para diminuição do uso e uso racional de água em unidades produtoras de alimentos. As propostas consistem em modificar hábitos e vícios cristalizados no cotidiano das pessoas referente ao uso abusivo e excessivo de água. Em unidades de alimentação e nutrição as ações desenvolvidas devem ressaltar a substituição de equipamentos, a instalação de dispositivos para redução do consumo e educação dos colaboradores.²

No Quadro 2 algumas ações são citadas como sugestões para o uso racional da água dentro de unidades que produzem alimentos.

Quadro 2 - Sugestões de Procedimentos para o uso Racional da água em unidades de Alimentação e Nutrição

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">-Executar a correta diluição dos produtos destinados à higienização de utensílios, matérias primas e equipamentos;-Manter a torneira fechada ao cortar carnes, desfolhar verduras ou descascar legumes;- Evitar usar água corrente para descongelar alimentos;-Permanecer próximo as torneiras quando estiver enchendo um recipiente;- Fechar a torneira enquanto as mãos estão ensaboadas, durante sua higienização;- Evitar deixar os recipientes sujos de molho com água ate a borda;- Incluir sistematicamente o tema de sustentabilidade ambiental nos treinamentos operacionais dos colaboradores de unidades produtoras de alimentos. |
|--|

Fonte: Própria

Um estudo realizado por Locatelli *et al* (2008) teve com um dos seus objetivos, avaliar o conhecimento sobre sustentabilidade ambiental com frequentadores e colaboradores de uma unidade de alimentação e nutrição de grande porte em Campinas-SP. Os resultados mostraram que a maioria da população estudada conhecia os benefícios do cuidado ambiental com os recursos e destinação correta de resíduos, praticavam em suas residências, mas não nos seus locais de trabalho.¹³

Apesar de não ter sido objetivo do nosso estudo, durante a execução da pesquisa, pode-se perceber que os colaboradores não tinham tido nenhuma orientação anterior sobre o cuidado com os resíduos.

Vale ressaltar que em janeiro de 2007, o Governo Federal aprovou um diploma legal o qual instituiu em nosso País, a Universalização do Saneamento Básico através da Lei Nº 11.445, 2007. A Política Nacional de Resíduos Sólidos decretada em 02 de agosto de 2010 apresenta um avanço na questão sanitária brasileira, pois através dela os municípios ficam responsáveis por alcançar a

universalização dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Esta mesma lei impõe novas obrigações e formas de cooperação entre o poder público-concedente e o setor privado.¹⁴

Porém, na prática observamos um total desconhecimento por parte da população e dos gestores no setor privado sobre os parâmetros e diretrizes das leis ambientais, o que dificulta a sua operacionalização efetiva.¹⁵

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor de produção de alimentos merece nossa atenção especial devido à preocupação com o abastecimento da população de nutrientes necessários para a saúde humana através de uma alimentação adequada. Porém, as questões de sustentabilidade ambiental devem ser enfatizadas devido o grande número de recursos e matérias primas que essa atividade consome.

Apesar de algumas iniciativas do setor público, observamos na prática um distanciamento entre as ações de educação e conhecimento ambiental da população, com os ideais de um gerenciamento sustentável dos recursos naturais. Estudos como este demonstram esse distanciamento.

A gestão inadequada dos recursos provoca o comprometimento de todo o meio ambiente e encarece os preços dos serviços prestados por este setor. Por isso faz se necessário uma aproximação urgente entre os setores que envolvem a nutrição como ciência e a gestão ambiental.

Esperamos com essa pesquisa auxiliar no conhecimento e apropriação dos conceitos de sustentabilidade ambiental por parte dos colaboradores e gestores de unidades.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Teixeira SMCO, Milet OZ, Rego JC. Administração de Serviços de Alimentação e Nutrição. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.
2. Associação Brasileira de Empresas de Refeições Coletivas. Manual Aberc de práticas de elaboração e serviço de refeições para coletividades. 5º edição, 2011.
3. Abreu ES. Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer. 2º edição. São Paulo: Editora Metha, 2007.
4. Spinelli MGN, Cale LR. Avaliação de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição. Revista Simbio, 1(2):19-30, 2008.
5. Vieira MNCM, Japur CC. Gestão da qualidade na produção de refeições. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
6. Arruda GA. Manual de boas práticas para hotéis e restaurantes. São Paulo: Editora Ponto Critico, 2006.
7. Viana E, Schulz HE, Albuquerque R, Noronha AB. Resíduos alimentares do lixo domiciliar: Estudo do uso na alimentação de frangos de corte. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 10(1):203-211, 2006.
8. Santos AP, Peres MP Reciclagem de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição: uma questão orçamentária ou de responsabilidade social? Revista Nutrire, 1(34):19-31, 2008.
9. Ribeiro CSG. Análise de perdas em Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) industriais: Estudo de caso

em restaurantes industriais. 2002. 128p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina/ Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis SC.

10. Assis L. Alimentos seguros: ferramentas para gestão e controle da produção e distribuição. Rio de Janeiro: Editora Senac, 2011

11. Ferreira JA. Resíduos sólidos: Perspectivas atuais. In: Sisino CL, Oliveira RM. (Org.). Resíduos sólidos ambiente e saúde – Uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

12. Confortin AC. Estudos dos resíduos de serviços de saúde do Hospital regional do Oeste/SC. Florianópolis, 2001. 181f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

13. Locatelli AF, Sanchez RSS, Almeida FQA. Redução, reutilização e reciclagem de resíduos em unidades de alimentação e nutrição. Rev Simbio-Logias 2(3):31-40, 2008.

14. Prefeitura de Fortaleza. Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. 2012.

15. Germano PML, Germano MIS. Sistema de gestão: qualidade e segurança de alimentos. São Paulo: Editora Manole, 2013.

VI. COPYRIGHT

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

AVALIAÇÃO DO ÓLEO DE CÁRTAMO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

MARIANE ABREU SILVEIRA¹; ALBERTO KAZUSHI NAGAOKA¹; PEDRO CASTRO NETO²;
FERNANDO CESAR BAUER¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA;

2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

mariane1990@gmail.com

Resumo - Para uma cultura ser incluída como uma matéria prima para produção de biodiesel são necessários alguns atributos, como o teor e a qualidade do óleo com níveis rentáveis, produção por unidade de área e adaptação regional. No Sul do Brasil devido às baixas temperaturas muitas das plantas que apresentam grande produtividade de óleo não são possíveis de se cultivar, como é o caso das Palmáceas. O cártamo é uma cultura que se destaca por ser resistente às adversidades climáticas e resistente ao frio, tornando-se assim uma alternativa para a região Sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi analisar se as características do óleo vegetal provindo de sementes de cártamo são aptas para produção de biodiesel. O experimento foi realizado no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel (G-Óleo) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais. Avaliou-se a biometria, teor de água, peso de 100 sementes, densidade, relação tegumento externo/tegumento interno e teor de óleo das sementes (quando extraído de forma mecânica e química). Realizaram-se também análises químicas do óleo de cártamo extraído quimicamente e mecanicamente, sendo as seguintes: Índice de Acidez, Índice de Saponificação, Índice de Iodo e Índice de Peróxido. As sementes de cártamo apresentaram 36% de óleo, em média, e este óleo quando obtido tanto quimicamente quanto mecanicamente apresentou Índice de Iodo indicativo da necessidade de um pré-processo de neutralização, mesmo estando de acordo com as exigências para produção de biodiesel.

Palavras-chave: Combustível. Extração Química. Extração Mecânica. Neutralização.

I. INTRODUÇÃO

A produção de biodiesel muitas vezes esbarra no seguinte questionamento “é ético cultivar plantas para produzir energia enquanto milhões de pessoas passam fome?”. Este assunto muito já se discutiu, no entanto ainda não foi possível chegar a um consenso. Alguns autores defendem que a produção vegetal voltada à bioenergia influencia diretamente no preço dos alimentos (KOIZUMI, 2003; RAZO *et al.*, 2007; ALEXANDER & HURT, 2007) e por isso diminui a disponibilidade às pessoas, principalmente as de baixa renda; enquanto existem aqueles que refutam esta ideia. A FAO (2008) indica que a ascensão da bioenergia foi apenas um dos fatores envolvidos no aumento dos preços dos alimentos. E, ainda, Jank e Nappo

(2009) afirmam que a crise mundial dos alimentos é multidimensional, sendo que um dos fatores de maior impacto trata-se do fortalecimento das principais economias emergentes mundiais, como China e Índia. Isto se dá devido ao aumento da renda familiar e por consequência mudança nos hábitos alimentares e o maior consumo de alimentos. E por conta disso aumenta-se o preço destes alimentos.

Mesmo tendo em vista a disputa “alimento X bioenergia”, o perigo iminente do fim do petróleo anunciado na década de 70, que gera desconforto principalmente as nações dependentes dos países produtores de petróleo, fomentam diversas pesquisas voltadas as fontes alternativas de energia e que nas últimas décadas se fortaleceram devido às preocupações ambientais. Beedlow *et al.* (2004) estima que a cada ano seis bilhões de toneladas de carbono na forma de dióxido de carbono (CO₂), são liberados para atmosfera em consequência da queima de combustíveis fósseis, contribuindo intensamente para o efeito estufa.

Diante destes desafios surge a necessidade de desenvolver sistemas que combinem alta eficiência, baixos custos de produção, construção e operação, e ainda que gerem energia limpa. Uma das opções que vem apresentando resultados favoráveis é a produção do biodiesel, principalmente a partir de plantas oleaginosas. Contudo, um dos grandes desafios dos processos de produção do biodiesel é encontrar matérias-primas capazes de atender às expectativas dos programas energéticos sem impactar de forma significativa a produção de alimentos. Sendo que para uma cultura ser incluída como uma matéria-prima para produção de biodiesel, são necessários alguns atributos, como o teor e a qualidade do óleo com níveis rentáveis, produção por unidade de área e a adaptação regional.

Diversas matérias-primas já são conhecidas para produção de biodiesel, contudo no Sul do Brasil devido às baixas temperaturas muitas plantas que apresentam grande produtividade de óleo não são possíveis de se cultivar, como é o caso das Palmáceas. Por isso, dentre as opções de plantas oleaginosas anuais o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), pertencente à família Compositae, se destaca por ser resistente às adversidades climáticas e resistente ao frio, chegando a suportar temperaturas negativas nas primeiras

fases do ciclo vegetativo, tornando-se assim uma alternativa para a região Sul do Brasil (BERALDO *et al.*, 2009). O objetivo deste trabalho foi analisar a possibilidade de que as características do óleo de cártamo se tornam matéria-prima apta à produção de biodiesel.

II. PROCEDIMENTOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel (G-Óleo) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais.

As sementes analisadas estavam armazenadas há dois anos em silo e foram cultivadas no campo experimental da UFLA, onde foram plantadas sem tratamento específico apenas seguindo as recomendações para a cultura.

Avaliou-se a biometria, teor de água, peso de 100 sementes, densidade, relação tegumento externo/tegumento interno e teor de óleo das sementes (quando extraído de forma mecânica e química). Realizaram-se também análises químicas do óleo de cártamo extraído quimicamente e mecanicamente, sendo estas: Índice de Acidez (IA), Índice de Saponificação (IS), Índice de Iodo (II), Índice de Peróxido (IP) e Índice de Refração (IR) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

A extração química foi realizada pelo método quente no extrator tipo "Soxhlet", durante quatro horas, sendo o hexano (C₆H₁₄) utilizado como solvente. Enquanto, a extração mecânica de óleo da semente foi realizada em prensa contínua tipo Expeller, de extração radial tubular acionada por motorreductor de acionamento elétrico, com capacidade de processamento de até 120 kg.h⁻¹ de matéria-prima, sendo esta operação realizada duas vezes. Primeiro extraiu-se o óleo das sementes e depois se extraiu o óleo da torta destas mesmas sementes.

Nesse experimento realizaram-se coletas em triplicata e no caso dos dados químicos foram comparados aos valores encontrados na literatura.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A biometria constitui um instrumento importante para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais (CARVALHO *et al.*, 2003). De forma prática os valores da biometria, observados na Tabela 1, podem ser úteis para o desenvolvimento de peneiras de separação no beneficiamento, para o dimensionamento de orifícios em disco dosador de semeadora-adubadora e ainda o desenvolvimento de prensas específicas para extração do óleo de cártamo.

Tabela 1 - Média, moda, mediana, valor máximo, valor mínimo e desvio padrão da biometria de 100 sementes de cártamo.

| Medições | Comprimento (mm) | Largura (mm) | Espessura (mm) |
|---------------|------------------|--------------|----------------|
| Média | 8,03 | 3,80 | 3,26 |
| Moda | 8,10 | 3,88 | 3,23 |
| Mediana | 8,08 | 3,80 | 3,23 |
| Valor Máximo | 9,08 | 4,82 | 4,00 |
| Valor Mínimo | 6,75 | 2,96 | 2,71 |
| Desvio Padrão | 0,469 | 0,353 | 0,231 |

A Tabela 2 apresenta o teor de água média encontrada no lote de semente estudado que foi de 5,64%, o que indica

que o teor de água para a semente de cártamo estava correta para armazenagem, pois altos índices de umidade, superior a 13-14%, pode causar deterioração (FARONI, 1998). Obteve-se também o peso de 100 sementes que foi em média de 3,91 gramas e a densidade de 0,52 g.cm⁻³. A casca da semente de cártamo representa 36% do peso total da semente, enquanto os tegumentos internos 64%, sendo que deste, através da extração química, foi possível avaliar que o tegumento externo da semente de cártamo apresentou apenas 1,29% de sua composição de óleo, enquanto os tegumentos internos apresentaram 53,76% da sua composição formado de óleo. A relação amêndoa/casca é muito importante para selecionar genótipos que produzam alto teor de óleo nas sementes (ROSSI, 1998).

Tabela 2 - Média do teor de óleo do tegumento externo e dos tegumentos externo extraídos quimicamente.

| Tegumento | Teor de água (%) | Teor de óleo (%) | Peso de 100 sementes (gramas) | Densidade (g.cm ⁻³) |
|-----------|------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Externo | - | 1,29 | - | - |
| Interno | - | 53,76 | - | - |
| Total | 5,64 | 55,05 | 3,91 | 0,52 |

Dessa forma, tomando esses dados como base é possível, também, explorar esta alternativa de incremento no teor de óleo no melhoramento genético do cártamo. O teor de óleo encontrado no lote de semente analisada pela extração química foi de 36%, valor este que condiz com os encontrados em diferentes locais no mundo, que de forma geral apresenta grande amplitude, variando de 23,86 a 40,33 % na China (ZHANG E CHEN, 2005), de 26,72 a 35,78 % na Grécia (KOUTROUBAS E PAPADOSKA, 2005) e de 31,3 a 36,3 % na Turquia (ARSLAN E KÜÇÜK, 2005).

Na Tabela 3 verifica-se que a extração mecânica não extraiu todo conteúdo de óleo presente nas sementes. Por isso realizou-se a extração química da torta a fim de obter o óleo que ainda estava contido. Na primeira extração na máquina, encontrou-se que 9,90% da torta (T1) ainda era composta por óleo. Quando esta mesma torta foi passada novamente na máquina extratora extraiu-se mais óleo, contudo na torta (T2) resultante apresentava 6,54% de óleo em seu conteúdo total. Na extração mecânica extraiu-se 27% do óleo das sementes com duas operações da extratora, enquanto na extração química se extraiu 37% do óleo das sementes. Isto representa a cada mil quilos de sementes extraídas mecanicamente uma perda de cem quilos de óleo, contudo é importante que se faça um estudo econômico para que se demonstrem quais dos processos de extração possui maior viabilidade econômica.

Para a produção de biocombustíveis a partir de óleos vegetais é importante o controle dos Índices de Acidez (IA), Índice de Saponificação (IS), Índice de Iodo (II), Índice de Peróxido (IP) e Índice de Refração (IR), que podem indicar alterações no óleo vegetal que o torna inapto para a produção de biodiesel.

Tabela 3 - Média do teor de óleo das sementes de cártamo sob extração química e mecânica e teor de óleo nas tortas obtidas da extração mecânica após uma passada na extratora e duas passadas na extratora.

| Teor de óleo (%) | Extração química | Extração mecânica |
|--------------------|------------------|-------------------|
| Semente de cártamo | 35,65 | 27,00 |
| Torta "1ª Passada" | 9,90 | - |
| Torta "2ª Passada" | 6,54 | - |

Na Tabela 4, podem-se observar os valores encontrados desses índices para o óleo de cártamo extraído mecanicamente e quimicamente e os valores encontrados na literatura considerados aceitáveis. Quando o índice de acidez tem valor igual ou inferior a 1,0 mg NaOH/g pode resultar na eliminação da etapa de neutralização, reduzindo assim etapas de tratamento da matéria-prima, as quais geralmente demandam tempo, custos e geração de resíduos para o descarte (CANDEIA, 2008; RODRIGUES, 2010). Como observado na Tabela 5, o índice de acidez do lote de cártamo analisado deve antes da transesterificação passar pela etapa de neutralização. Enquanto os outros índices analisados encontram-se dentro dos padrões de qualidade exigidos para óleos vegetais e pode ser utilizado como matéria-prima na produção de biodiesel.

Tabela 4 – Índices de acidez, saponificação, iodo, peróxido e refração para os métodos de extração química e mecânica.

| Extração | Acidez (mg NaOH/g) | Saponificação (mg KOH/g) | Iodo (g/100g) | Peróxido (meq/Kg) |
|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------|-------------------|
| Mecânica | 5,50 | 147,97 | 111,00 | 6,10 |
| Química | 7,42 | 151,55 | 120,83 | 2,51 |
| Valores Aceitáveis* | ≤1,00 | ≤160 | 100 - 130 | < 10,00 |

*Medeiros, 2011.

O índice de saponificação é definido como o número de mg de KOH necessários para saponificar os ácidos graxos, resultantes da hidrólise de um grama da amostra e é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos presentes. Quanto menor o peso molecular do ácido graxo, maior será o índice de saponificação.

No trabalho de MEDEIROS (2011) o índice de saponificação encontrado para o óleo de cártamo foi de, em média, 160 mg KOH/g e como pode ser observado na Tabela 4, obteve-se valores semelhantes a este.

O índice de iodo é um parâmetro usado para prever a presença de duplas ligações em um éster de ácido graxo. Quanto maior o valor encontrado para este índice, maior o grau de insaturação, servindo como indicativo de tendência à oxidação dos óleos vegetais. Os valores descritos na literatura para o índice de iodo são em geral apresentados como uma faixa de valor, ao invés de um número fixo, porque o grau de insaturação pode variar de acordo com aspectos ligados a sazonalidade da oleaginosa ou em função de diferentes tipos de processamentos do óleo (MAIA, 2006).

No trabalho de MEDEIROS (2011) o índice de Iodo encontrado para o óleo de cártamo é em média de 100 a 130 (g/100g), dessa forma, o valor do índice encontrado para este lote mostra que o óleo não possui tendência a oxidação.

O índice de peróxidos é um indicador do grau de oxidação do óleo ou gordura. A sua presença é indicio de deterioração, que poderá ser verificada com a mudança do sabor e do odor característicos dos óleos (REDA, 2004). No entanto, um nível baixo de peróxidos na amostra não constitui uma garantia de boa estabilidade oxidativa, podendo, pelo contrário, ser sinônimo de alteração pronunciada (SILVA *et al.*, 1999).

A presença de peróxidos não é desejável em óleos e gorduras, pois pressupõe processos degradativos. Mesmo assim a Resolução ANVISA nº 482/1999, estabelece valores limites para alguns óleos comestíveis, sendo considerado bom para o consumo aqueles que apresentem um valor máximo de 10 meq/Kg de óleo ou gordura, a exemplo dos óleos de

amendoim, linhaça, babaçu, dendê, semente de uva, dentre outros.

Como observado na Tabela 4, o índice de peróxido torna o óleo analisado dentro das normas da ANVISA para consumo. E, também, que o óleo analisado tem boa estabilidade oxidativa.

Outro fato importante a se notar, na Tabela 5, são as diferenças para extração mecânica e química nos índices encontrados, que pode ser explicado pelas características dos próprios processos de extração. A extração química é realizada sob temperatura elevada, acima de 69°C, para que haja a evaporação do hexano e esta decorre durante longo tempo, cerca de 4 horas, o que possivelmente acarreta em uma maior degradação do óleo vegetal quando comparada a extração mecânica que também sofre influência de temperatura, devido ao aquecimento da extratora, contudo o óleo fica pouco tempo em contato com a máquina que não atinge temperaturas tão elevadas quanto na extração química.

Tabela 5 – Detalhamento da extração mecânica do óleo de cártamo com massa de sementes utilizadas na primeira extração: total de óleo e borra extraídos, tempo de extração, capacidade de produção (CP), capacidade de manipulação (CM) e eficácia operacional (EO).

| Extração de óleo das sementes - "1ª passada pela extratora mecânica" | | | | | | | |
|--|--------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Rep. | Semente (kg) | Óleo (kg) | Borra (kg) | Tempo (h) | CP (kg/h) | CM (kg/h) | EO (%) |
| 1 | 5,900 | 1,534 | 0,585 | 0,090 | 17,098 | 65,759 | 72,366 |
| 2 | 5,985 | 1,563 | 0,620 | 0,091 | 17,156 | 65,689 | - |
| 3 | 5,505 | 1,395 | 0,495 | 0,077 | 18,134 | 71,545 | - |
| 4 | 5,475 | 1,409 | 0,442 | 0,076 | 18,515 | 71,934 | - |
| MÉDIA | | | | | 17,726 | 68,732 | - |

As Tabelas 5 e 6 apresentam o detalhamento da primeira e segunda extração mecânica do óleo de cártamo, percebe-se que a máquina utilizada tem capacidade de produção de 17,73 kg óleo de cártamo/hora e a capacidade de manipulação de 68,73 kg de grãos de cártamo/hora na primeira operação. Na segunda operação, obteve-se capacidade de produção de 1,06 kg óleo de cártamo/hora e a capacidade de manipulação de 55,49 kg de torta de cártamo/hora. A eficácia operacional foi de 72,37% na primeira operação e na segunda este valor diminuiu para 19,06%. Para saber se a extração mecânica é realmente viável é necessária uma análise econômica detalhada. Uma diferença, importante, a se notar entre a extração mecânica e a química está na obtenção de borra durante o processo de extração mecânica, enquanto na química apenas tem-se a torta.

Tabela 6 – Detalhamento da segunda extração mecânica do óleo de cártamo com massa de sementes utilizadas na extração, total de óleo e borra extraídos, tempo de extração, capacidade de produção (CP), capacidade de manipulação (CM) e eficácia operacional (EO).

| Extração de óleo da torta - "2ª passada pela extratora mecânica" | | | | | | | |
|--|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Rep. | Torta (kg) | Óleo (kg) | Borra (kg) | Tempo (h) | CP (kg/h) | CM (kg/h) | EO (%) |
| 1 | 3,655 | 0,071 | 0,0271 | 0,088 | 0,811 | 41,771 | - |
| 2 | 3,725 | 0,052 | 0,0206 | 0,076 | 0,680 | 48,764 | - |
| 3 | 3,585 | 0,070 | 0,0247 | 0,058 | 1,195 | 61,457 | - |
| 4 | 3,595 | 0,081 | 0,0253 | 0,051 | 1,572 | 69,957 | - |
| MÉDIA | | | | | 1,065 | 55,487 | - |

IV. CONCLUSÃO

As sementes de cártamo apresentaram teor de óleo de 36%, em média, dessa forma o cártamo é uma planta alternativa para a produção de biodiesel, contudo devido ao alto valor de mercado do óleo para alimentação humana torna necessária uma análise profunda, principalmente, econômica sobre o destino que o óleo de cártamo deve tomar.

A extração química foi mais eficiente que a extração mecânica, mas também causou maior degradação do óleo devido à temperatura elevada por longo período de tempo.

O óleo de cártamo obtido tanto quimicamente quanto mecanicamente apresentou índice de iodo indicativo da necessidade de passar por um processo de neutralização antes que se produza o biodiesel.

Os índices de iodo, refração, saponificação e peróxido estavam de acordo com as exigências para produção de biodiesel.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, C.; HURT, C. Biofuels and Their Impact on Food Prices. Purdue University: Purdue Extension BioEnergy Series. 2007.

ANVISA - Agência Nacional da Vigilância Sanitária. RDC Nº482, de 23/09/1999.

ARSLAN, B. & KÜÇÜK, M. Oil content and fatty acid composition of some safflower cultivars in Van (Turkey). VIth International Safflower Conference, Istanbul, p.167-175, 2005.

BEEDLOW, P. A.; TINGEY, D.T., PHILLIPS, D. L.; HOGSETT, W. E.; OLSZYK, D. M. Rising atmospheric CO₂ and carbon sequestration in forest. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 2, p. 315 – 322, 2004.

BERALDO, J. M. G.; FERNANDES, E. J.; OLIVEIRA, L. R.; SILVÉRIO, F. C.; CARMINATTI, A. L. ARAÚJO, J. A. C. Qualidade do óleo e da torta de cártamo. Anais 6º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Montes Claros, 2009.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R.F.R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas, v. 25, p. 326-328, 2003.

CANDEIA, R. A. Biodiesel de Soja: Síntese, Degradação e Misturas Binárias. João Pessoa, Programa de Pós-Graduação em Química, UFPB, Tese de Doutorado, 2008.

FAO – Food and Agriculture Organization. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Biocombustibles: Perspectivas, Riesgos y Oportunidades. Roma, 2008.

FARONI L.R.D. Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados, 15 p., 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo. 1985.

JANK, M. S.; NAPPO, M. Etanol de Cana-de-Açúcar: uma Solução Energética Global sob Ataque. In: ABRAMOVAY, Ricardo (org). Biocombustíveis: a energia da controvérsia. São Paulo: SENAC, 2009.

KOUTROUBAS, S.D. & PAPADOSKA, D.K. Adaptation, grain yield and oil content of safflower in Greece. VIth

International Safflower Conference, Istanbul p.161-167, 2005.

KOIZUMI, T. The Brazilian Ethanol Program: Impacts on World Ethanol and Sugar Markets. FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper No. 1 (Documento), 2003.

MAIA, E. L.; Material Didático Teórico Tecnologia do Pescado I, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MEDEIROS, P. T. Viabilidade técnica do biodiesel metílico do óleo de duas variedades de *Carthamus tinctorius* L. como substituto do diesel de petróleo. 2011. Tese (Mestrado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

RAZO, C.; ASTETE-MILLER, S.; SAUCEDO, A.; LUDEÑA, C. Biocombustibles y su Impacto Potencial en la Estructura Agraria, Precios y Empleo en América Latina. Cepal – Serie Desarrollo Productivo Nº 178. Santiago do Chile, junho de 2007.

REDA, S. Y. Estudo Comparativo de Óleos Vegetais Submetidos a Estresse Térmico. 2004. 153 p. Dissertação (Avaliação tecnológica de matérias primas). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

RODRIGUES FILHO, M. G. Cardanol e Eugenol Modificados – Uso Como Antioxidantes no Controle do Processo Oxidativo do Biodiesel Etílico de Algodão. Tese (Doutorado em Química) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

ROSSI, R. O. Girassol. Curitiba: Ed.Tecnoagro, 133 p., 1998.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para Avaliação do Grau de Oxidação Lipídica e da Capacidade Antioxidante. *Química Nova*, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

ZHANG, Z. & CHEN, Y. Studies on adaptability of safflower germplasms in Xinjiang, China. VIth International Safflower Conference, Istanbul, p.132-139, 2005.

VI. COPYRIGHT

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

MODELAGEM DA PARTIÇÃO DE MATÉRIA SECA DE FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DA NECESSIDADE TÉRMICA

VIVIAN DIELLY DA SILVA FARIAS¹, PAULO JORGE OLIVEIRA PONTES SOUZA¹, MARCUS JOSE ALVES DE LIMA¹, ROSALVA DANTAS FREITAS BRITO¹, DEBORAH ALINE LIMA DA SILVA¹.

1- UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

viviandielly19@yahoo.com.br, paulo.jorge@ufrpa.edu.br, marcusjose01@yahoo.com.br, rosalva.dantas@yahoo.com.br, deborahaline@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo deste estudo é ajustar, calibrar e validar modelos para a partição de matéria seca do feijão em função da necessidade térmica. Para isso a necessidade térmica foi identificada através da teoria do acúmulo de graus-dia. Os dados para análise de crescimento foram coletados diariamente em um delineamento inteiramente ao acaso. Uma torre meteorológica de 3 m de altura foi instalada no centro da área experimental para medir as variáveis climáticas. A partição de matéria seca ficou em função do tempo térmico normalizado. Os modelos desenvolvidos foram ajustados, calibrados e validados. A avaliação da precisão, exatidão, desempenho e eficiência do modelo se deram por meio de testes estatísticos de validação como: quadrado médio do erro, índice de concordância, índice de confiança, índice de eficiência do modelo. Os resultados mostram que durante os dois anos a fração de matéria seca seguiu a mesma tendência e os modelos apresentaram bom desempenho e eficiência.

Palavra chave: Biomassa Seca. Modelos. Soma térmica.

I. INTRODUÇÃO

A alta variabilidade climática, em diferentes tempos e escalas de espaço, exerce efeitos sobre a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico da região. O feijão-caupi adapta-se razoavelmente bem às condições de solo, clima e sistemas de cultivo em relação a outras leguminosas, porém, nem sempre com bons níveis de rendimento (SILVA E NEVES, 2011), pois o rendimento pode ser influenciado por fatores ambientais.

O crescimento de uma planta é a produção e distribuição de matéria seca ao longo da sua ontogenia (AUMONDE *et al.*, 2011), esse processo depende do saldo de matéria seca acumulada pela fotossíntese portanto, encontra-se condicionado às restrições impostas pelo meio ambiente, principalmente à radiação solar e à temperatura do ar.

Quando se pretende simular o crescimento das plantas é essencial quantificar a distribuição da matéria seca formada pelos diferentes componentes. Diversos modelos vêm sendo desenvolvidos para simular o crescimento de inúmeras culturas (WANG *et al.*, 2012, CRUZ *et al.*, 2011), pois a implantação da cultura e as práticas de manejo podem ser melhoradas com auxílio de modelos matemáticos.

Considerando que a implantação da cultura e as práticas de manejo podem ser melhoradas com auxílio de modelos matemáticos o principal objetivo é ajustar, calibrar

e validar modelos para a partição de matéria seca do feijão-caupi em função da necessidade térmica com o intuito de viabilizar trabalhos futuros sobre modelagem na região.

II. PROCEDIMENTOS

Foram conduzidos dois experimentos no nordeste paraense no município de Castanhal, o primeiro no período de agosto de 2011 a dezembro de 2012 e o segundo foi executado um ano após o primeiro, o qual forneceu dados para a validação dos modelos criados no primeiro e para criação de modelos de crescimento do feijão caupi irrigado.

O semeio foi mecanizado em solo preparado convencionalmente (uma aração e 3 gradagens), em linhas espaçadas de 0,5m de modo a obter uma população de 200.000 plantas por hectare. A aplicação de fertilizante foi feita junto com a semeadura de acordo com a análise química de solo. A cultivar utilizada foi a BR3-Tracuateua, de hábito de crescimento indeterminado, porte prostrado, ciclo de 60-70 dias, sendo a mais recomendada para as condições edafoclimáticas do nordeste paraense.

Para determinar a massa seca total acima do solo (MSt) foi feito amostragens semanais, onde todas as plantas contidas em um metro (≈ 10 plantas) foram colhidas, seguindo um delineamento inteiramente ao acaso, com 6 repetições. O IAF foi determinado pelo método dos discos (BENINCASA, 2003), utilizando as mesmas amostras da MST. Desta forma foi retirado três discos foliares de 1 cm de raio de cada planta, totalizando 30 discos por amostra, posteriormente todo material foi posto para secar em estufa à 70°C até peso constante.

A área foliar específica (AFE) foi estimada através e a razão entre área foliar e o peso seco das folhas (equação 1).

$$AFE = AF / (PD + PF) \quad (1)$$

em que AF é a área foliar; PD, peso seco dos discos; PF, peso seco do resto das folhas.

O índice de área foliar (IAF) foi estimado considerando a matéria seca da folha (MSF) e a AFE conforme a Equação 2 (FRANÇA *et al.* 1999).

$$IAF=MSF*AFE \quad (2)$$

em que MSF é a matéria seca da folha e AFE é a área foliar específica.

O IAF foi simulado através da equação de De Melo-Abreu *et al.* (1994) (Equação 3):

$$d\Delta_F = (DFMSF/DTTN)*MST*DTTN+FMSF*DMST \quad (3)$$

Em que $d\Delta_F$ é o incremento de biomassa seca das folhas, FMSF a equação ajustada para descrever a fração de matéria seca das folhas, DFMSF a derivada da equação que descreve a fração de matéria seca das folhas, MST a função ajustada que descreve a matéria seca total e DMST a diferença dos valores de MST calculados pela função ajustada.

A fração de matéria seca nas folhas (FMSF) é a razão entre a massa das folhas e a biomassa total da planta (equação 4).

$$FMSF=MSF/MST \quad (4)$$

A equação ajustada para FMSF foi derivada (DFMSF) para ser usada na equação (21) proposta por De Melo Abreu *et al.* (1994) para simular a quantidade de matéria seca alocada para as folhas ($d\Delta_F$).

$$d\Delta_F = (DFMSF/DTTN)*MST*DTTN+FMSF*DMST \quad (5)$$

A fração de matéria seca no legume é a razão entre a massa do legume e a biomassa total da planta (Equação 6).

$$FMSL=MG/MST \quad (6)$$

A equação ajustada para FMSL foi derivada (DFMSL) para ser usada na equação 24 proposta por De Melo-Abreu *et al.* (1994) para simular a quantidade de matéria seca alocada para os legumes ($d\Delta_L$), onde os valores referentes a biomassa das folhas foi substituído pela biomassa dos legumes.

$$d\Delta_F = (DFMSL/DTTN)*MST*DTTN+FMSL*DMS \quad (7)$$

Em que $d\Delta_L$ é o incremento de biomassa seca nos legumes, FMSL a equação que descreve a fração de matéria seca dos legumes, DFMSL a derivada da equação que descreve a fração de matéria seca dos legumes, MST a função ajustada que descreve a matéria seca total e DMST a diferença dos valores de MST calculados pela função ajustada.

O caule, pecíolos e pedúnculo formaram as hastes. A fração de matéria das hastes é a razão entre a massa das hastes e a biomassa total da planta (Equação 8).

$$FMSH=MSH/MST \quad (8)$$

A equação ajustada para a FMSH foi derivada (DFMSH) para posteriormente ser usada na equação de De Melo-Abreu *et al.* (1994) (Equação 9) para simular a matéria seca alocada para as hastes, onde os valores

referentes a biomassa das folhas foi substituído pela biomassa das hastes:

$$d\Delta_H = (DFMSH/DTTN)*MST*DTTN+FMSH*DMST \quad (9)$$

Em que $d\Delta_H$ é o incremento de biomassa seca das hastes, DFDES a derivada da equação que descreve a fração de matéria seca das demais estruturas, MST a função ajustada que descreve a matéria seca total e DMST a diferença dos valores de MST calculados pela função ajustada.

Uma torre meteorológica de 3 m de altura foi instalada no centro da área experimental para medir as variáveis climáticas. Todos os sensores foram conectados a um datalogger CR10X (Campbell Scientific, Inc.) e a um multiplexador AM416 (Campbell Scientific, Inc.). Ambos programados para efetuar a leitura dos sensores a cada 10 segundos, com gravação das médias e dos totais a cada 10 minutos.

Foi feito o acompanhamento diário das fases fenológicas seguindo a metodologia de identificação das fases da cultura propostas por Gepts and Fernandez *et al.* (1982). Os valores diários de graus dia, foram calculados pela equação 10 descrita por Ometto (1981), pois foi a que abrangeu as condições térmicas no período do experimento, utilizando a temperatura basal inferior (Tb) de 10 °C (MOURA *et al.*, 2011).

$$GD = ((T \text{ MAX}-T \text{ MIN})/2) + (T \text{ MIN}-T_b) \quad (10)$$

A escala fenológica ficou em função do tempo térmico normalizado (TTN). Assim a exigência térmica foi normalizada, seguindo a metodologia proposta Ferreira *et al.* (1997), para algumas fases específicas como: R5 (início do florescimento) (TTN = 1); R7 (Vagem canivete) (TTN = 2); R8 (Início do enchimento de grão) (TTN = 3), R9 (Maturação fisiológica) (TTN = 4) e Colheita (TTN = 5).

Os modelos foram ajustados avaliando o maior r^2 , teste F e a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade. A avaliação da precisão, exatidão, desempenho e eficiência do modelo se deram por meio de testes estatísticos de validação como: quadrado médio do erro, RMSE (LOAGUE E GREEN, 1991); índice de concordância, d (WILLMOTT *et al.*, 1988); índice de confiança, c (CAMARGO E SENTELHAS, 1997); índice de eficiência do modelo, EM (JANSEN E HEUBERGER, 1995).

O maior valor de r^2 , c e EM deve ser desejado, uma vez que eles indicam o melhor desempenho do modelo utilizado na estimativa. Baixo valor de RMSE deve ser esperado, pois, evidencia a precisão da modelagem. Os valores de “d” variam de zero, para nenhuma concordância a 1, para a concordância perfeita.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fração de matéria seca alocada para as folhas (FMSF), hastes (FMSH) e legumes (FMSL) em relação ao TTN está representada na Figura 1.

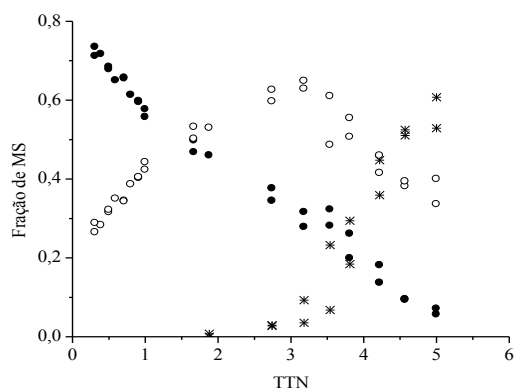


Figura 1- Fração de matéria seca das folhas (●), das hastes(○) e dos legumes(*) nos anos de 2011 e 2012 do feijão caupi cv. BR3 Tracueteua em relação ao tempo térmico normalizado (TTN),Castanhal-PA

Durante os dois anos a fração de matéria seca seguiu a mesma tendência, onde o crescimento das folhas foi o mais afetado, pois se verifica que inicialmente após 10 dias da emergência, aproximadamente 71% da matéria seca produzida foi direcionada para as folhas, porém ocorre um decréscimo nesse valor no decorrer do ciclo da cultura.

Um decréscimo mais acentuado na FMSF ocorre a partir do $TTN \approx 2$ devido a translocação de fotoassimilados para as hastes, pois inicia-se o período de desenvolvimento da planta, onde ocorre forte concorrência por assimilados.

Após o $TTN \approx 2$ as hastes passou a reter o maior percentual de matéria seca, pois este período de maior acúmulo de matéria seca nas hastes foi devido ao surgimento de pedúnculos, que são estrutura anexas ao caule. Os fotoassimilados produzidos em leguminosas são acumulados intermediariamente nos ramos, sendo posteriormente translocado para a vagem (SUBBARAO *et al.*, 1995).

Para ajuste dos dados de matéria seca total (MST) observou-se que a equação logística foi a que apresentou melhor desempenho (Equação 11). O máximo acúmulo de biomassa seca (MST) do feijão caupi, cultivar BR3-Tracueteua, obtida neste ensaio de calibração foi de $530,1 \text{ g/m}^2$.

$$MST = 560,46 / (1 + (TTN/1,59)^{-2,45}) \quad (11)$$

$$r^2 = 0,99$$

A AFE do feijão caupi foi descrita por uma função polinomial de quarta ordem.

$$AFE = 0,08 - 0,07 * TTN + 0,03 * TTN^2 - 0,003 * TTN^3 + 0,00004 * TTN^4 \quad (12)$$

$$r^2 = 0,72$$

A AFE mostrou um padrão cíclico de evolução ao longo do ciclo cultural. Os valores de AFE decresceram desde o início do ciclo cultural até a antese da primeira flor. Posteriormente verificou-se um acréscimo notório desses valores até cerca do estado de desenvolvimento normalizado próximo de quatro, seguido de um novo decréscimo. Esse comportamento foi semelhante à área foliar específica encontrado por Martorano (2007) na cultura da soja (*Glycine max*) e por Vieira *et al.*, (2009) na cultura do

pimentão (*Capsicum annuum* L.), onde obtiveram um $r^2 = 0,58$ na fase de calibração.

Os valores simulados de IAF através da equação proposta por De Melo Abreu (1994) na fase de calibração do modelo, apresentou o ótimo desempenho do modelo, esta afirmação pode ser confirmada através do índice de confiança (c) de 0,98, o erro quadrático médio (RSME) de 13,20% e a eficiência do modelo (EM) de 0,97 corrobora esta afirmação.

Para a simulação de biomassa nas folhas foi necessário ajustar e derivar a função para a fração de matéria seca das mesmas a qual demonstra que a variação da fração de massa seca alocada nas folhas (FMSF) foi descrita por uma função linear negativa (equação 13), pois, no início a biomassa é direcionada a formação do aparelho fotossintetizante e posteriormente com o aparecimento dos outros órgãos há redução da FMSF até o fim do ciclo.

$$FMSF = 0,75 - 0,14 * TTN \quad (13)$$

A evolução da matéria seca foliar na fase de calibração, ao longo do ciclo de cultivo seguiu tendência exponencial com elevado índice de confiança (c) de 0,98, o erro quadrático médio (RSME) de 11,02% e a eficiência do modelo (EM) de 0,98. O acúmulo de MSf foi intensificado a partir do $TTN = 0,50$, sendo crescente até o $TTN = 3$. Desse modo, o referido período é caracterizado como de rápido crescimento foliar, onde assimilados são translocados e alocados para as folhas de maneira intensa.

A fração de matéria seca das hastes foi descrita por uma função exponencial (equação 14) a qual foi derivada para a simulação de biomassa nas hastes. Houve maior translocação de fotoassimilados (63%) para as hastes até o $TTN = 2,74$, pois, posteriormente inicia-se o período de enchimento de grãos, onde ocorre forte concorrência por assimilados.

$$FMSH = 0,29 + (0,93 / (2,06 * \sqrt{(3,14/2)}) * \text{EXP}(-2 * (TTN - 2,79) / 2,06)^2 \quad (14)$$

Nos dados observados e simulado do comportamento da biomassa das hastes, na fase de calibração, foi possível perceber que a produção de matéria seca das hastes teve maior acúmulo após o $TTN = 1$ (Botão floral), pois durante essa fase à formação de estruturas de sustentação anexas ao caule, como hastes florais, que fizeram com que a mesma atingisse seu pico perto do $TTN = 3,54$ (enchimento dos grãos), onde posteriormente ocorreu um declínio na produção, principalmente porque o caupi passou a investir os fotoassimilados na produção de matéria seca de vagem, que passa a ser o dreno.

Ocorreu lenta ampliação na matéria seca dos legumes, do $TTN = 2$ até o 3, tendo ocorrido, após esse período, maior acúmulo até $TTN \approx 4,7$, com posterior tendência à estabilização. Este crescimento lento inicial ocorreu devido ao investimento MSF e à formação de estruturas de sustentação anexas ao caule, como hastes florais, que atingiram seus picos perto do $TTN = 3$. O crescimento e a estabilização verificados posteriormente ocorreram principalmente porque o caupi passou a investir os fotoassimilados na produção de MSL, que passa a ser o dreno principal até sua maturação. A tendência de maior percentagem de massa seca dos frutos nessa época em

relação aos demais órgãos também foi constatada por Lopes *et al.*, (2011).

A presença de vagens foi constatada na coleta realizada aos 42 DAS no período do TTN=2. Em seguida, as plantas apresentaram, após o TTN=3, um pico de acúmulo de biomassa das vagens, apresentando um padrão exponencial (Equação 15).

$$FMSL = 0,56 / (1 + \text{EXP}(-2,96 * (\text{TTN} - 3,89))) \quad (15)$$

A evolução do IAF observado e simulado para os dois anos de estudo (2011 e 2012) está referenciada na Figura 2.

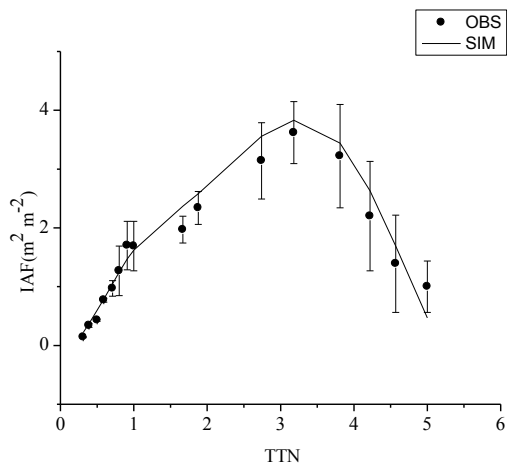


Figura 2 - Evolução do índice de área foliar (IAF) simulado e observado em função do tempo térmico normalizado (TTN) do feijão caupi cv. BR3 Tracuateua nas condições de solo e clima do Município de Castanhal-PA

É possível visualizar claramente um excelente desempenho na estimativa do IAF durante o crescimento vegetativo e na curva de senescência foliar, porém houve uma pequena superestimativa dos valores simulados em relação aos observados na estimativa do IAF durante a fase reprodutiva, mais precisamente, entre o TTN 1,67 ao 3,18, contudo, apenas um valor estimado ficou fora do desvio padrão dos valores observado.

A curva estimada comporta-se de forma semelhante à observada, fato que contribuiu para o bom desempenho do modelo, determinado pelos valores do índice de confiança (c) de 0,96. O modelo atinge boa precisão e elevada exatidão, onde o RMSE foi de 14,58%, elevada concordância dos dados, alta capacidade de descrição da realidade, evidenciado pelos valores de $d = 0,98$ e $EM = 0,95$.

Na Figura 3 estão apresentados os valores observados e estimados de matéria seca de folhas, onde notou-se bom ajuste entre os valores com boa precisão ótima exatidão ($EM = 0,96$, $RMSE = 13,40\%$, $c = 0,98$).

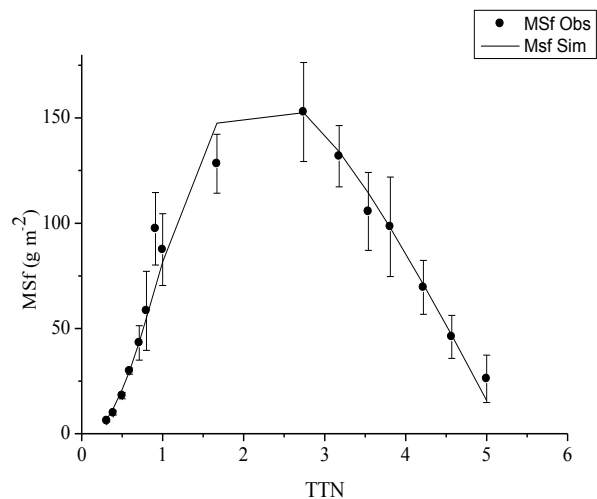


Figura 3 - Evolução da matéria seca das folhas (MSf) simulada (—) e observada (●) em função do tempo térmico normalizado (TTN) do feijão caupi cv. BR3 Tracuateua nas condições de solo e clima do Município

De forma geral os valores estimados ficaram dentro do desvio padrão dos valores observado, com exceção de dois pontos no período entre o TTN=0,91 e 3. Esta variação pode ser explicada pelo fato da determinação de matéria seca ser um processo destrutivo, ou seja, a cada coleta são selecionadas novas plantas, pois a determinação de matéria seca com amostras destrutivas pode originar erro de amostragem ou inconsistência nas mudanças da matéria seca (ZHANG *et al.* 2002).

De forma geral, o acúmulo de matéria seca das hastes estimada pelo modelo concordou bem com os resultados observados nas coletas realizadas e ficaram dentro do desvio padrão dos dados observados; com exceção de dois pontos no período do TTN=0,91 e 3,5, no entanto, verifica-se que, um desvio padrão relativamente pequeno entre as repetições nestes dias (Figura 4), indicando pequena possibilidade de ocorrência de erro nas suas determinações; contudo, estes valores podem ser decorrentes de erro na amostragem (ZHANG *et al.* 2002).

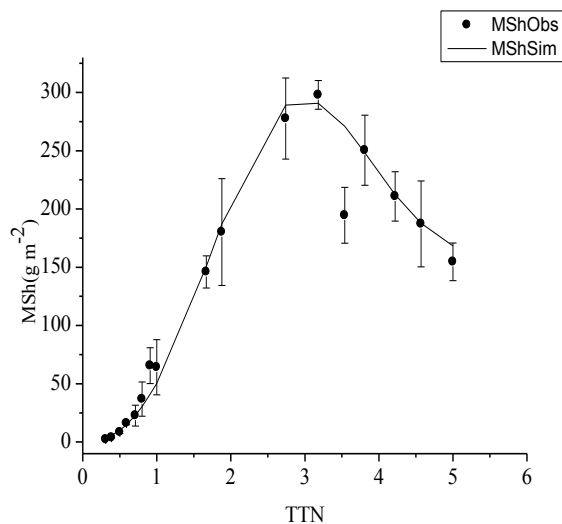


Figura 4 - Evolução da matéria seca das hastes (MSH) simulada e observada em função do tempo térmico normalizado (TTN) do feijão caupi cv. BR3 Tracuateua nas condições de solo e clima do Município de Castanhal-PA

Os valores do índice de confiança (c) foi de 0,98, o RMSE de 11,60%, o $d=0,98$ e o $EM=0,95$ indicam bom ajuste entre os valores observados e os estimados de matéria seca das hastes.

As estimativas de MSL ficaram muito próximas dos valores observados (Figura 5), fato este observado pelos valores do índice de confiança (c) de 0,98, RMSE de 11,60%, $d=0,98$ e $EM=0,95$.

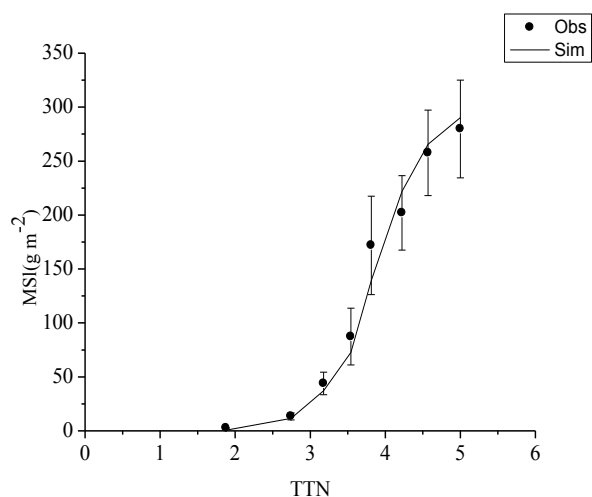


Figura 5- Evolução da matéria seca dos legumes (MSL) simulada e observada em função do tempo térmico normalizado (TTN) do feijão caupi cv.BR3 Tracueteua nas condições de solo e clima do Município de Castanhal-PA.

De modo geral o modelo simulou a MSL de forma exata e precisa, apesar de Walschick *et al.* (2007) afirmar que o processo de formação do grão é muito complexo e sensível às condições internas da planta e do meio ambiente, o que torna a simulação do acúmulo de matéria seca, neste órgão, mais complicada, quando comparado com outros órgãos da planta.

De forma semelhante ao que foi obtido neste trabalho Arora and Gajri (2000), encontraram valores de RMSE para o enchimento do grão de milho entre 10 e 35%, e consideraram o bom desempenho do modelo tendo em conta o desconhecimento e a complexidade dos processos de produção.

Os valores do índice de confiança (c) foram maiores que 0,90, os valores de RSME (10-20) representam um modelo com boa precisão o $d > 0,90$ e o $EM > 0,90$ indicam bom ajuste entre os valores observados e os estimados de matéria seca (tabela 1).

Tabela 1- Estatística do desempenho do modelo para a simulação do índice de área foliar (IAF), da matéria seca das folhas (MSF), das hastes (MSH) e dos legumes (MSL), na fase de calibração e validação dos modelos de partição de matéria seca do feijão caupi cv.BR3 Tracueteua.

| Variáveis simuladas | Fase Calibração | | | Fase validação | | |
|--------------------------------------|-----------------|------|---------|----------------|------|---------|
| | c | ME | RSME(%) | c | ME | RSME(%) |
| IAF(m ² m ⁻²) | 0,97 | 0,97 | 13,20 | 0,97 | 0,95 | 14,58 |
| MSf (g m ⁻²) | 0,98 | 0,98 | 11,02 | 0,98 | 0,96 | 13,40 |
| MSh (g m ⁻²) | 0,96 | 0,96 | 12,43 | 0,97 | 0,96 | 16,22 |
| MSl (g m ⁻²) | 0,99 | 0,98 | 11,47 | 0,98 | 0,98 | 11,60 |

Portanto esses modelos podem ser utilizados como alternativa aos modelos mais complexos usados como ferramenta de previsão de crescimento, rendimento e até mesmo na previsão de safra, quando utilizado em conjunto com um modelo de circulação geral da atmosfera em escala regional.

IV. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que durante os dois anos a fração de matéria seca seguiu a mesma tendência e as equações relacionadas à partição de matéria seca apresentaram bom ajuste.

O modelo de De Melo Abreu adaptado para cultura do caupi simula satisfatoriamente a partição de matéria seca das estruturas da cultura em questão nas condições de solo e clima do município de Castanhal, Pará.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARORA, V. K. and GAJRI, P. R. Assessment of a crop growth-water balance model for predicting maize growth and yield in a subtropical environment. **Agricultural Water Management**, v. 46, n. 2, p.157-166, 2000.
- AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; PEIL, R.M.N. Partição de matéria seca em plantas do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 3, p. 387-391, 2011.
- BENINCASA, M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). Jaboticabal: Funep, 2003.41p.
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- CRUZ P.G.; SANTOS P.M.; PEZZOPANE J. R. M.; OLIVEIRA P.P.A.; ARAUJO L.C. Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu

- com variáveis agrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.675-681, 2011.
- DE MELO-ABREU, J. P.; ABREU, F. M.; CAMPBELL, G. S. Assimilate partitioning in spring wheat under Mediterranean conditions. In: MONTEITH, J. L.; SCOTT, R. K. **Resource capture by crops**. Unsworth: Nottingham University Press, p. 387-388, 1994.
- FERREIRA, W.P.M.; COSTA, L. C.; SOUZA, C. F. Teste de um modelo agrometeorológico para estudo da influência da variabilidade climática na cultura da soja. **Revista Ceres**, p. 206-213, 2007.
- FRANÇA, S.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L.M.G. Modelagem de crescimento de milho em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 59-66, 1999.
- GEPTS, P.; FERNÁNDEZ, F. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali: CIAT, 1982. 10 p. (Mimeografado) HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 26, n. 30, p. 380- 391, 1967.
- HALL, A. E. Breeding for heat tolerance. **Plant Breed. Rev.**, 10 (1): 129-168. 1992.
- JANSEN, P. H. M.; HEUBERGER, P. S. C. Calibration of process-oriented models. **Ecological Modelling**, n. 83, p. 55-66, 1995.
- LOAGUE, K.; GREEN, R. E. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. **Journal of Contaminant Hydrology**, n. 7, p. 57-73, 1991.
- LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S. O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. P. Análise do crescimento de tomate SM-16 cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, 554-561, 2011.
- MARTORANO, L. G. **Padrões de resposta da soja a condições hídricas do sistema solo-planta-atmosfera, observados no campo e simulados no sistema de suporte à decisão DSSAT**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, p. 170. 2007.
- MOURA J.Z.; PÁDUA L.E.M.; MOURA S.G.; TORRES J.S.; SILVA P.R.R. Escala de desenvolvimento fenológico e exigência térmica associada a graus-dia do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 66-71, jul-set., 2012.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425p.
- RESENDE, M.; HENDERSON, D.W.; FERERES, E. Frequência de irrigação e produção de feijão Kidney. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.3, p.363-370, 1981.
- SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 6, núm. 1, enero-marzo, pp. 29-36 Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, Brasil. 2011.
- SOUZA, L.S.B. **Crescimento, necessidade hídrica e eficiência do uso da água do milho e do feijão caupi em sistemas de cultivo exclusivo e consorciado no semiarido brasileiro**. Dissertação de Mestrado de pós graduação em Meteorologia Agrícola da Universidade federal de Viçosa. 2011.
- SUBBARAO, G.V.; JOHANSEN, A.C.; SLINKARD, R.C.; RAO, N.; SAXENA, N.P.; CHAUHAN, Y.S. Strategies for improving drought resistance in grain legumes. **Critical Review in Plant Science**, Pearl River, v.14, p.469-529, 1995.
- TONATO, F.; BARIONI, L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, O.D.D. da; MALAQUIAS, J.V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.522-529, 2010.
- WANG, J.; GAO, S.; YUAN, J.M.A F. Simulation of dry matter accumulation, partitioning and yield prediction in processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Australian Journal of crop Science**, issn:1835-2707, p. 93-100, 2012.
- WILMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K.M.; LEGATES, D.R.; DONNELL, J. O. and C.M. ROWE. "Statistics for the evaluation and comparison of models." **Journal of Geophysical Research**, pp. 8995-9005. 1988.
- WOLSCHICK, D.; MARTINEZ, M.A.; FONTES, P.C.R.; MATOS, A. T. Implementação e teste de um modelo mecanístico de simulação do crescimento e desenvolvimento de plantas de milho **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.3, p.271-278, 2007.
- ZHANG, Y.; CHANGSHENG, L.; ZHOU, X.; MOORE III, B. A simulation model linking crop growth and soil biogeochemistry for sustainable agriculture. **Ecological Modelling, Copenhagen**, v.151, n.1, p.75-108, 2002.

VI. COPYRIGHT

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

MINIMIZANDO OS DESLIGAMENTOS CAUSADOS POR GAMBÁS (*Didelphis sp*) EM SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS

CARLOS JARED¹, HANA SUZUKI¹, MARTA MARIA ANTONIAZZI¹, ERIKA HINGST-ZAHER¹ & MÔNICA CAVALEIRO²

1 – INSTITUTO BUTANTAN, SÃO PAULO; 2 – ELEKTRO ELETRICIDADE E SERVIÇOS S/A, CAMPINAS
jared@butantan.gov.br

Resumo - Os gambás são mamíferos silvestres bem adaptados a ambientes antrópicos que, por terem hábitos noturnos e escansórios, apresentam grande potencial para gerar conflitos ao dividirem o espaço com o ser humano. Ao introduzirem-se em instalações de energia elétrica, além de correr alto risco de morrerem eletrocutados, podem danificar equipamentos energizados e levar a extensos desligamentos de energia. Neste trabalho, desenvolvido em parceria com a empresa Elektro Eletricidade e Serviços S/A, o comportamento de gambás do gênero *Didelphis* foi monitorado em uma área experimental construída no Instituto Butantan, dotada de um pórtico e de cercas aramadas. O comportamento de escalada das estruturas pelos animais foi observado e, a seguir, foram utilizadas barreiras físicas na tentativa de dificultar essa escalada. Os resultados mostraram que os gambás sobem em todas as estruturas com grande facilidade, não necessitando de estímulos para isso. Concluiu-se que telas aramadas dotadas de uma chapa dobrada em ângulo na parte superior são eficientes barreiras físicas. Sugere-se ainda que as meias-luas, hoje utilizadas pela Elektro, sejam redimensionadas e reposicionadas, levando-se em conta as medidas corporais dos animais.

Palavras-chave: Gambás, Marsupiais Americanos. *Didelphis Aurita*. *Didelphis Albiventris*. Comportamento, Morfologia. Escansorialidade. Desligamentos. Áreas Energizadas. Subestações.

Abstract - Opossums are wild mammals well adapted to anthropic environments that, due to nocturnal and scansorial habits, show high potential to generate conflicts when sharing the same environment with humans. When entering into electric power facilities, besides the high risk of dying electrocuted, they may damage energized equipments and induce extensive power shutdowns. In this work, developed in partnership with Elektro Eletricidade e Serviços S/A (Brazil), the behavior of opossums of the genus *Didelphis* was monitored in an experimental area built at the Butantan Institute, equipped with a portico and wired fences. Climbing behavior in the experimental structure was observed, and then, physical barriers were used in an attempt to hamper the escalation. The results showed that opossums climb on all structures very easily, needing no stimuli for this. It was concluded that wired screens provided with a metal sheet angled at the top are effective physical barriers. It is also suggested that the half-moons, currently used by Elektro, should be resized and replaced, taking into account the body measurements of the animals.

Keyword: Opossums. American Marsupials. *Didelphis Aurita*. *Didelphis Albiventris*. Behavior. Morphology. Scansoriality. Shutdowns. Energized Areas. Substations.

I. INTRODUÇÃO

Os marsupiais constituem um dos grupos mais antigos dos mamíferos atuais e são caracterizados pela forma de reprodução, com filhotes que nascem em um estágio muito imaturo, e completam seu desenvolvimento fora do útero materno, geralmente em uma bolsa ou marsúpio que envolve a região mamária. São muito bem sucedidos na Austrália, onde, originalmente, eram os únicos mamíferos, contando atualmente com 18 famílias e aproximadamente 204 espécies (HUNSAKER, 1977; SAUNDERS & HINDS, 1997). Na América do Sul, o grupo já foi bastante diversificado, ocupando nichos ecológicos muito distintos. No entanto, durante o Cenozóico uma grande parte da diversidade morfológica de marsupiais neste continente foi substituída por mamíferos placentários (TONNI & PASQUALI, 2002). Atualmente, estão presentes na América do Sul três ordens e três famílias, das quais a mais diversificada é a família Didelphidae, que compõe a ordem Didelphimorphia, da qual fazem parte a maioria dos marsupiais sul-americanos viventes (MARSHALL *et al.*, 1990; McKENNA & BELL, 1997), com 19 gêneros e 95 espécies (GARDNER, 2007). Dessas espécies, as mais conhecidas pertencem ao gênero *Didelphis*, denominadas popularmente como gambás, termo que faz referência ao marsúpio ou bolsa (*guaambá* em tupi, seio ou ventre oco, vazio), que é bem desenvolvido nas fêmeas da espécie (HOUAISS & VILLAR, 2001; SAMOTO *et al.*, 2006). São também conhecidos como sarigüês, saruês, raposas, cassacos, timbus, etc. Segundo CERQUEIRA (1980), as espécies sul-americanas de *Didelphis* podem ser divididas em dois grandes grupos: o grupo dos gambás de orelha preta, com duas espécies florestais (*D. marsupialis* e *D. aurita*); e o grupo dos gambás de orelha branca, com três espécies (*D. albiventris*, *D. pernigra* e *D. imperfecta*). Uma sexta espécie deste gênero, *D. virginiana*, distribui-se do Canadá à Costa Rica (CERQUEIRA, 1985; REIS *et al.*, 2006; GARDNER, 2007). O gênero inclui os maiores marsupiais americanos viventes, com alguns indivíduos de *D. virginiana* chegando a 1m de comprimento total e pesando até 7kg (GARDNER, 2007). Possuem pêlos de guarda longos e ásperos, de coloração preta, cinza e branca. As orelhas são grandes, ovais e sem pelos, e a cauda é longa e prênsil, com pelagem na base e o comprimento restante

recoberto por escamas, com a porção distal branca, e frequentemente utilizada como um quinto membro apreensor. Enquanto as patas anteriores são providas de unhas afiadas, as patas posteriores apresentam o primeiro dedo oponível aos outros e as palmas almofadadas (Fig. 1), características que as tornam adaptadas ao agarramento (ELLSWORTH, 1976; CUTTS & KRAUSE, 1983). O tamanho desses animais varia muito em função do sexo, da espécie e da localidade considerada (GARDNER, 1973; GARDNER, 1983; VAREJÃO & VALLE, 1982; SHINE, 1989; QUIN et. al., 1996; CATZEFLIS et. al., 1997; CÁCERES & MONTEIRO-FILHO, 1999). São animais noturnos e trepadores (escansórios) (ELFTMAN, 1929; JENKINS JR., 1971; STALHEIM-SMITH, 1989), refugiando-se durante o dia para dormir em buracos de troncos de árvores ou outros abrigos. Ainda que dotados de grandes dentes caninos (tanto inferiores quanto superiores) não são considerados animais agressivos. Normalmente quando se veem em perigo não atacam, limitando-se a demonstrar ferocidade através do "display" de defesa em que abrem a boca e mostram os caninos, emitindo sons característicos (McMANUS, 1970; HUNSAKER & SHYSE, 1977). Se o expediente do "display" não surte efeito, podem se utilizar do comportamento de tanatose, em que se fingem de mortos (FRANCQ, 1969). Pode, ainda, eliminar rapidamente todo o conteúdo intestinal, juntamente com a secreção odorífera de glândulas anais (JAMES, 1937), o que parece justificar o fato do povo considerá-los animais repugnantes e malcheirosos. A despeito de não serem animais longevos, são extremamente prolíficos, podendo ter duas ninhadas anuais, de até 13 crias cada uma (CERQUEIRA, 1985; HAYSSSEN, 1985).

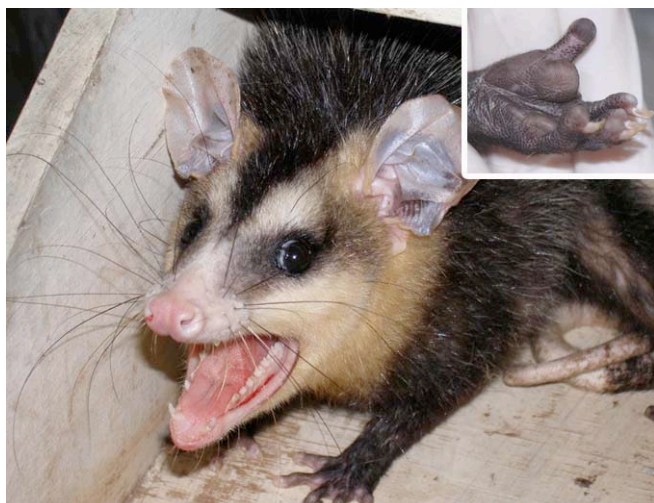


Figura 1 – Exemplar de *Didelphis aurita*. No canto direito superior, detalhe do primeiro dedo oponível nas patas posteriores almofadadas

Nas duas últimas décadas houve um grande investimento na divulgação dos conceitos ecológicos. O mundo passou por uma grande transformação, culminando nos dias atuais em que há uma significativa preocupação com a preservação do meio ambiente, incluindo um conjunto de leis de proteção à fauna e flora. Dessa forma, os animais silvestres que convivem com o ser humano passaram a ser protegidos, o que levou ao seu gradativo crescimento populacional. É o caso típico dos gambás que constituem uma das poucas espécies de mamíferos silvestres que conseguem se adaptar facilmente aos ambientes

modificados pelo homem (antrópicos). São omnívoros (CORDERO & NICOLAS, 1986), valendo-se de qualquer tipo de alimentos, até mesmo os encontrados nos lixos. Muitas vezes, em função do seu comportamento escansório e noturno, são alvos de conflitos com o ser humano, pois conseguem se introduzir facilmente em locais inacessíveis a outros animais. Frequentemente constroem ninhos no forro das casas, levando consigo materiais contaminados, e impregnando o local com o seu odor característico. São vorazes predadores de aves, tendo grande preferência por filhotes, incluindo os de pombos. É muito conhecida a sua atuação destrutiva em galinheiros, matando as aves e devorando-as normalmente a partir da cloaca.

Sob o ponto de vista da Saúde Pública, os gambás são animais muito controversos. Se por um lado podem ser úteis ao ser humano como predadores naturais de serpentes venenosas (como jararacas e cascavéis) (JARED et al., 1998; ALMEIDA-SANTOS et al., 2000), por outro são perigosos como reservatórios silvestres de doenças transmissíveis aos humanos, como a Doença de Chagas (LEGEY et al., 2003; YEO et al., 2005). Por serem imunes ao veneno de serpentes, existe interesse no seu estudo visando o desenvolvimento de alternativas à soroterapia antiofídica (MOUSSATCHÉ et al., 1979; DOMONT et al., 1991; NEVES-FERREIRA et al., 1997) e o entendimento dos mecanismos pelos quais vários microrganismos, patogênicos ao homem, podem conviver pacificamente com eles, sem aparentemente lhes causar danos.

O grupo de pesquisadores do Instituto Butantan vem trabalhando há algum tempo com o comportamento de gambás, principalmente no comportamento predatório desses animais sobre serpentes (JARED et al. 1998; ALMEIDA-SANTOS et al., 2000). Durante essas pesquisas, montou-se nesse instituto uma infraestrutura de manutenção de marsupiais em cativeiro. Foram desenvolvidos, também, métodos de contenção e de manipulação desses animais na natureza e no cativeiro.

Dessa forma, pretendeu-se nesse trabalho conhecer o comportamento e a morfologia das duas espécies de gambás que ocorrem no estado de São Paulo, *Didelphis aurita* e *D. albiventris*, a fim de impedir o seu acesso a equipamentos energizados nas subestações da Elektro, minimizando os desligamentos. Objetivou-se, assim, a aplicação dos conhecimentos acadêmicos zoológicos em uma demanda específica do Setor Elétrico.

A despeito da invasão de subestações elétricas por animais ser um fato relativamente frequente, é a primeira vez que se realiza um trabalho científico experimental na tentativa de solucionar (ou ao menos minimizar) o problema. Em todas as etapas do trabalho, foram levadas em conta tanto a biologia e história natural dos animais como a legislação vigente, a fim de se criar soluções que harmonizem os interesses da empresa com a preservação ambiental.

II. METODOLOGIA

Foi construída uma área experimental fechada de 90 m², tendo instalado no seu centro um pórtico utilizado nas sub-estações da Elektro em área contígua ao biotério do Laboratório de Biologia Celular do Instituto Butantan. Esse pórtico, de 5,0 x 2,65 m, é originalmente formado por dois pilares em forma de I, 3 traves horizontais e 2 traves em L,

dispostas diagonalmente, formando um X. Ainda, no centro do pórtico correm verticalmente 3 cabos emborrachados (Fig. 2). Além da área experimental, o biotério teve as suas dependências reformadas de forma a atender satisfatoriamente as necessidades de manutenção dos marsupiais. Espécimes de *Didelphis* (*D. aurita* e *D. albiventris*) foram coletados no Estado de São Paulo (Licença IBAMA nº 02027.003858/2004-95), utilizando-se armadilhas do tipo Tomahawk, e trazidos para o biotério. Todos os indivíduos eram desparasitados, pesados e medidos. Os animais eram mantidos em tanques azulejados, munidos de torneira e ralo, para a sua higienização. Servindo de "ninho" era utilizada uma caixa de madeira com tampa telada, forrada com folhas picadas de jornal. A alimentação diária era composta de frutas variadas, ração canina e água *ad libitum*. Para o estudo morfométrico, foram tomados os comprimentos dos membros anteriores e posteriores, da cauda, da cabeça, tórax e do corpo total. Na área experimental era utilizada como abrigo uma casinha de cachorro, no interior da qual se colocava o "ninho". Após um período de adaptação nessa área, os animais eram monitorados e filmados individualmente através de 8 câmeras, colocadas nos cantos e no centro de cada parede, durante o período entre 18:00 h e 6:00 h. Os experimentos eram realizados tanto com o pórtico completo (ou seja, provido da estrutura "X" juntamente com os cabos emborrachados), como com o pórtico desprovido da estrutura "X", com ou sem os cabos. Cada filmagem foi analisada anotando-se o tempo (em minutos) de atividade do gambá na área experimental, aqui denominado tempo ativo, quando o indivíduo saía do seu abrigo e ficava ou explorando o chão do pátio ou sobre as estruturas do pórtico. Eram anotados também os períodos em que os gambás escalavam o pórtico, o tipo de estrutura utilizada, o tempo de permanência no pórtico, a hora e a estrutura utilizada na descida do pórtico.



Figura 2 – Pórtico utilizado nas subestações da Elektro instalado na área experimental do Instituto Butantan

Foram usadas como barreiras físicas meias-luas de fibra de vidro, que já vinham sendo utilizadas pela Elektro, estrategicamente posicionadas nas vigas em forma de "I" (pórtico vertical) e de "L" (estrutura "X") (Fig. 3). Envolvendo cada uma das duas vigas em "I" e o conjunto dos 4 cabos elétricos emborrachados, foram colocadas

chapas galvanizadas formando uma caixa, fechada no topo, nas medidas de 0,30 x 0,30 x 0,50 m (Fig. 3). As dimensões dessa caixa levaram em conta as medidas corporais dos animais, particularmente as relativas aos membros anteriores e cauda.



Figura 3 - Barreiras físicas de fibra de vidro em forma de meia-lua, instaladas nas vigas em I, e caixas de chapa galvanizada, fechadas no topo, envolvendo os cabos emborrachados e as bases das vigas em I do pórtico

Foi ainda construído, em um canto dentro da área experimental, um cercado de 1,0 X 2,5 m, com tela de 2,0 m de altura. Como barreira física, foi soldada na parte superior dessa tela uma chapa galvanizada de 0,40 m, disposta a 45°, a 1,5 m do solo (Fig. 4). Procurando-se simular "invasões" de subestações através da transposição da cerca, os gambás foram colocados individualmente dentro do cercado e estimulados, através de alimento, a ultrapassar a cerca.



Figura 4 - Vista geral do cercado construído no canto da área experimental e no canto direito inferior, vista interna da chapa galvanizada soldada na parte superior da tela

Após os experimentos, os animais foram devolvidos à natureza, no mesmo local onde foram capturados (cujas coordenadas foram previamente determinadas por GPS).

III. RESULTADOS

A análise do monitoramento mostra que os gambás apresentam intensa atividade escansória, subindo e descendo várias vezes o pórtilo ao longo do tempo de monitoramento, utilizando-se aleatoriamente de todas as estruturas. Dentro do período noturno analisado não se observou qualquer pico preferencial de atividade dos animais. No entanto, é evidente o fato de os gambás passarem a maior parte do seu tempo ativo sobre as estruturas. Quando o pórtilo está completo (com os cabos emborrachados e as travessas em X), os animais dispõem até 93% do tempo ativo sobre ele. Já com o pórtilo desprovido da estrutura em X e dos cabos emborrachados, esse tempo cai para 79% (ou 81%, quando os cabos são mantidos). No entanto, apesar de o comportamento variar individualmente, de uma maneira geral, o tempo de atividade sobre o pórtilo parece ser maior na espécie *D. aurita*, quando comparada com *D. albiventris* (Fig. 5). Esses marsupiais apresentam exímias habilidades escansórias, utilizando principalmente suas patas posteriores auxiliadas pela cauda (Figs. 6A-D). A escalada dos pilares em "I", tanto na subida como na descida, é realizada preferencialmente pela face reta, por abraçamento da estrutura (Fig. 6C). A cauda é muito utilizada como suporte adicional do corpo em praticamente todas as situações (Fig. 6D). Toda essa atividade de escalação é efetuada tendo ou não alimento colocado sobre as travessas do pórtilo. Quando foram utilizadas fêmeas em cuidado parental, observou-se que os filhotes também eram capazes de escalar o pórtilo, até mesmo sem a estrutura em X e os cabos emborrachados.

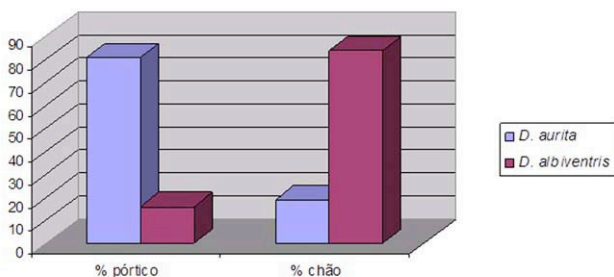


Figura 5 - Tempo ativo dispendido no pórtilo e no chão por *Didelphis aurita* e *D. albiventris*

A análise biométrica apresentou medidas corpóreas similares. A média do peso foi de 1 Kg, variando de 0,7 a 1,6 Kg. O comprimento rostro-anal, bem como o comprimento da cauda, foi de mais ou menos 0,32 m.

O monitoramento dos animais frente às barreiras físicas mostrou que, em relação às meias-luas, os resultados apresentaram uma eficiência em torno de 84% no impedimento da escalada, desde que suas bordas estejam colocadas, no pórtilo vertical, a pelo menos 20 cm, e na estrutura em X, a 30 cm de distância de superfícies que possam servir de apoio para as patas posteriores. Se colocadas a distâncias inferiores, os gambás são capazes de ultrapassá-las (Fig. 7). As caixas de chapa galvanizada, moldadas com base nos estudos morfométricos, mostraram 100% de eficiência.

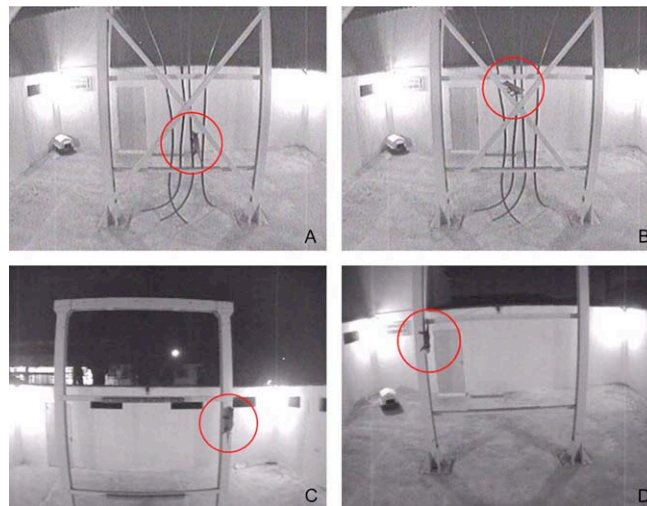


Figura 6 - Atividade escansória de gambás no pórtilo, utilizando cabos emborrachados (A), vigas em X (B) ou em I (C), com detalhe do uso da cauda como suporte adicional (D)

A introdução do cercado telado na área experimental foi efetuada após a conclusão dos experimentos envolvendo o pórtilo. Os resultados mostraram, após essa introdução, a clara tendência dos animais por se "empoleirarem" na tela das áreas mais altas da cerca, junto à barreira de chapa galvanizada (Fig. 8). Passaram, então, a dividir o seu tempo de atividade, escalando tanto a tela do cercado quanto as estruturas do pórtilo.



Figura 7 (à esquerda) - Gambá transpondo a meia-lua quando esta é instalada a menos de 20 cm da viga horizontal que dá suporte para suas patas posteriores. Figura 8 (à direita) - Gambá junto à barreira de chapa galvanizada instalada na parte superior do cercado

Ao longo dos experimentos, observou-se, por várias vezes, que os gambás amanheceram "empoleirados" sobre o pórtilo, abrigados em brechas da estrutura metálica ou sobre a tela da cerca.

IV. DISCUSSÃO

As espécies de gambás utilizadas nos experimentos (*Didelphis aurita* e *Didelphis albiventris*) apresentaram exímia habilidade de escalação, definida cientificamente como atividade escansória. Nessa atividade se utilizam das patas, com o primeiro dedo oponível aos outros, e a cauda pelada como um quinto membro apreensor.

O monitoramento desses animais na área experimental foi realizado através de câmeras, estrategicamente posicionadas para a observação em variadas situações. A porcentagem de tempo que os animais dispõem sobre o pórtilo demonstra claramente o comportamento escansório das duas espécies. Particularmente o *D. aurita* dispende um maior tempo sobre o pórtilo. Coincidentemente essa espécie é a que habita a Mata Atlântica, que, em contraste com o

cerrado, deve exigir maior grau de atividade arborícola. Por outro lado, na área experimental, a escansorialidade desses animais fica ainda mais evidente quando são introduzidas modificações no pórtico original. A remoção dos cabos emborrachados ou da estrutura em "X" não interfere na atividade de escalação dos gambás. Outra evidência clara da escansorialidade desses marsupiais é o fato de subirem nas estruturas independentemente de estímulo alimentar. Os experimentos constataram que a taxa de escalação nos pórticos não mostra nenhuma variação, tendo ou não alimento colocado sobre as traves. Assim, os gambás têm uma grande habilidade na utilização dos cabos emborrachados, das estruturas verticais em I e das estruturas em L (que formam o X).

A atividade dos gambás é primariamente noturna, não tendo sido constatado nenhum horário de pico de movimentação durante esse período. A iluminação utilizada no monitoramento não desestimulou a ação dos animais. Parece claro, portanto, que não é a luz que determina o seu ritmo biológico. Assim, os resultados corroboram os registros efetuados pela Elektro de que os desligamentos ocorrem sempre durante a noite.

Através do monitoramento de fêmeas em cuidado parental (fêmeas com os filhotes na bolsa marsupial), constatamos que os filhotes, logo que abandonam o marsúpio, começam a explorar o ambiente, incluindo subidas no pórtico, demonstrando um comportamento muito semelhante ao dos adultos. São, portanto, potencialmente capazes de ocasionarem desligamentos, os quais não ocorrem provavelmente em função das pequenas dimensões desses filhotes.

As meias-luas, que já vinham sendo utilizadas como barreiras físicas nas subestações da Elektro, foram testadas nos pilares em I e nas traves em L, que formam o X. Essas barreiras são eficientes desde que estejam afastadas de qualquer ponto de apoio que possa ser utilizado pelos animais. Nesse caso deve ser considerado o comprimento total do animal, com membros anteriores e posteriores estendidos (que no caso dos animais aqui estudados, foi de aproximadamente 40 cm). Logicamente deve-se levar em conta as dimensões das duas espécies de *Didelphis* do Estado de São Paulo. O tamanho do corpo de *D. albiventris* adulto varia de 30,5 a 89,0 cm enquanto que em *D. aurita*, esse tamanho varia de 35,5 e 45,0 cm (REIS et. al., 2006).

A utilização como barreira física de chapas metálicas lisas, apenas contornando as estruturas, não é eficaz, já que os gambás as escalam através de abraçamento. Assim, devem ser utilizadas levando-se em conta a largura do animal com os membros anteriores totalmente abertos (o que pode chegar a 25 cm). Respeitando a orientação da atual legislação de proteção aos animais silvestres, é importante ressaltar que, para não causar danos aos animais (cortes nas suas patas), essas chapas devem ser colocadas de forma a não deixar rebarbas. Assim, as estruturas devem ser circundadas pelas chapas, fixadas com boa quantidade de rebites de repuxo em toda a extensão das suas emendas. É aconselhável, ainda, que a parte interna, que compreende o espaço entre a estrutura e a chapa de alumínio, deva ser preenchida por espuma endurecida.

A maior parte das subestações da Elektro é cercada com telas de arame. Dessa forma, a utilização da chapa galvanizada no topo da cerca, dobrada em ângulo de 45°, foi bem significativa. São muito eficientes, pois os gambás são

incapazes de transpor tal barreira. Por questões de segurança, é importante ressaltar que o material para a construção desse tipo de barreira não necessita ser metálico. Talvez o uso de plástico ou acrílico seja mais adequado.

Ainda, em relação a esse tipo de barreira física, deve-se levar em consideração a preferência demonstrada pelos animais de se "empoleirarem" sobre o cercado telado introduzido na área experimental. Esse fato indica que a presença de cercas nas subestações pode ser considerada, de uma maneira geral, um chamativo para os gambás, o que reforça a necessidade da proteção acima sugerida.

Em viagens de campo, foram coletados gambás dentro de subestações, onde também se encontrou pelos e fezes desses animais no solo. Ainda, os experimentos mostram que, em função da sua alta resistência física, esses animais são potencialmente capazes de sobreviver por longos tempos dentro das subestações. Ao longo dos experimentos, foram constatadas algumas outras características do comportamento dos *Didelphis*, que dizem respeito à invasão das subestações. Assim, é perfeitamente possível afirmar que tais animais são muito persistentes, apresentam um bom nível de inteligência e aprendizagem (TILLEY et. al., 1966). O monitoramento mostra que, logo que entra em contato com as estruturas do pórtico, o animal aprende as melhores posturas corporais para efetuar a escalação ou a descida, muitas vezes sofrendo quedas. Entretanto, no segundo ou terceiro dia de treino já apresenta melhoras visíveis no seu comportamento escansório, desenvolvendo a escalação com grande habilidade, sem sofrer quedas.

É bem possível que as subestações, principalmente aquelas posicionadas próximas a matas, possam servir de refúgios seguros para os gambás. Essa conclusão já foi também levantada independentemente por vários funcionários de subestações da Elektro que surpreenderam animais, incluindo fêmeas em cuidado parental, aninhadas no interior das áreas energizadas, em locais considerados favoráveis quanto à temperatura e luz.

As instalações das subestações, totalmente dependentes de pilares e cabos emborrachados, são extremamente vulneráveis aos gambás, em função de suas habilidades de escalação inatas. Seria, portanto mais viável, tanto do ponto de vista prático como econômico, um investimento na proteção do entorno dessas subestações. A ultrapassagem das cercas ou muros poderia ser muito dificultada com a colocação de barreiras físicas confeccionadas com chapa dobrada no seu topo. Em uma segunda frente de atuação, para o caso de eventuais ultrapassagens, seria aconselhável a colocação das meias-luas e chapas metálicas nos pontos mais vulneráveis das subestações. Para tanto, dever-se-ia levar em conta as dimensões dos animais aqui apresentadas. No caso de utilização de chapas envolvendo as estruturas, seria importante que as mesmas não apresentassem pontas ou chanfraduras que as tornassem passíveis de serem agarradas pelos marsupiais.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os colaboradores que direta ou indiretamente ajudaram a compor esse trabalho, especialmente a Antomar Viegas, Laudemir Caritá, Mauro Pereira e Roslaine Faustino Caliri de Araújo. Esse trabalho contou com o prestimoso auxílio da Fundação Butantan.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-SANTOS, S.M.; ANTONIAZZI, M.M.; SANT'ANNA, O.A.; JARED, C. Predation by the opossum *Didelphis marsupialis* on the rattlesnake *Crotalus durissus*. **Current Herpetology**, v. 19, p. 1-9, 2000.
- CÁCERES, N.C.E.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Tamanho corporal em populações naturais de *Didelphis* (Mammalia: Marsupialia) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 461-469, 1999.
- CATZEFLIS, F.; RICHARD-HANSEN, C.; FOURNIER-CHAMBRILLON, C.; LAVERGNE, A.; VIÉ, J. Biometrie, reproduction et sympatrie ches *Didelphis marsupialis* et *D. albiventris* en Guyane Française (Didelphidae: Marsupialia). **Mammalia**, v. 61, p. 231-243, 1997.
- CERQUEIRA, R. **A study of Neotropical *Didelphis* (Mammalia, Polyprotodontia, Didelphidae)**. Tese (Doutorado), University of London, United Kingdom, 1980.
- CERQUEIRA, R. The distribution of *Didelphis* in South America (Polyprotodontia, Didelphidae). **Journal of Biogeography**, v. 12, p. 135-145, 1985.
- CORDERO, G.A.R.; NICOLAS, R.A.B. Feeding habits of the opossum (*Didelphis marsupialis*) in northern Venezuela. **Fieldiana Zoology**, v. 39, p. 125-131, 1986.
- CUTTS, J.H.; KRAUSE, W.J. Structure of the paws in *Didelphis virginiana*. **Anatomischer Anzeiger**, v. 151, p. 329-335, 1983.
- DOMONT, G.B.; PERALES J.; MOUSSATCHÉ, H. Natural anti-snake venom proteins. **Toxicon**, v. 29, p. 1183-1194, 1991.
- ELFTMAN, H.O. Functional adaptations of the pelvis in marsupials. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 58, p. 189-232, 1929.
- ELLSWORTH, A.F. **The North American opossum: an anatomical atlas**. Huntington, New York: Robert Krieger, 209 p., 1976.
- FRANCQ, E.N. Behavioral aspects of feigned death in the opossum, *Didelphis marsupialis*. **American Midland Naturalist**, v. 81, p. 556-568, 1969.
- GARDNER, A.L. **The systematics of the genus *Didelphis* (Marsupialia: Didelphidae) in North and Middle America**. Lubbock, Texas Tech Press, 81 p., 1973.
- GARDNER, A.L. *Didelphis marsupialis*. In: **Costa Rican natural history**. D. H. Janzen, Ed. (ed.), Chicago: The University of Chicago Press, 816 p., 1983.
- GARDNER, A.L. **Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats**. The University of Chicago Press, 2007.
- HAYSEN, V.D. **A comparison of the reproductive biology of metatherian (marsupial) and eutherian (placental) mammals with special emphasis on sex differences in the behavior of the opossum, *Didelphis virginiana***. Tese (Doutorado), Cornell University, Ithaca, New York, 345 p., 1985.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Editora Objetiva, 2001.
- HUNSAKER, D. **The biology of marsupials**. New York: Academic Press (Ed.), 537p., 1977.
- HUNSAKER, D.; SHYSE, D. Behavior of New World marsupials. In: **The biology of marsupials**. D. Hunsaker (Ed.) New York: Academic Press, New York, p. 279-347, 1977.
- JAMES, W.T. An experimental study of the defense mechanisms in the opossum, with emphasis on natural behavior and its relation to mode of life. **Journal of Genetic Psychology**, v. 51, p. 95-100, 1937.
- JARED, C.; ANTONIAZZI, M.M.; ALMEIDA-SANTOS, S.M. Predation of snakes by the young of opossum (*Didelphis marsupialis*) in captivity. **The Snake**, v. 28, p. 68-70, 1998.
- JENKINS JR., F.A. Limb posture and locomotion in the Virginia opossum (*Didelphis marsupialis*) and in other non-cursorial mammals. **Journal of Zoology**, v. 165, p. 303-315, 1971.
- LEGEY, A.P.; PINHO, A.P.; XAVIER, S.C.C.; MARCHEVSKY, R.; CARREIRA, J.C.; LEON, L.L.; JANSEN, A.M. *Trypanosoma cruzi* in marsupial didelphids (*Philander frenata* and *Didelphis marsupialis*): differences in the humoral immune response in natural and experimental infections. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 241-248, 2003.
- MARSHALL, L. G.; CASE, J.A. & WOODBURNE, M.O. Phylogenetic relationships of the families of marsupials. In: **Current Mammalogy**, Genoways, H (Ed.), Vol. 2. Plenum Press, New York, 1990.
- McKENNA, M.C.; Bell, S.A. **Classification of Mammals above the Species Level**. New York, Columbia University Press, 1997.
- McMANUS, J. Behavior of captive opossums, *Didelphis marsupialis virginiana*. **American Midland Naturalist**, v. 84, p. 144-169, 1970.
- MOUSSATCHÉ, H.; YATES, A.; LEONARDI, F.; BORCHE, L. Mechanisms of resistance of the opossum to some snake venoms. **Toxicon**, v. 7, p. 130, 1979.
- NEVES-FERREIRA, A.G.; PERALES, J.; OVADIA, M.; MOUSSATCHÉ H.; DOMONT, G.B. Inhibitory properties of the antithropic complex from the South American opossum (*Didelphis marsupialis*) serum. **Toxicon**, v. 35, p. 849-863, 1997.
- QUIN, D.G.; SMITH, A.P.; NORTON, T.W. Ecogeographic variation in size and sexual dimorphism in sugar gliders and squirrel gliders (Marsupialia: Petauridae). **Australian Journal of Zoology**, v. 44, p. 19-45, 1996.
- REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 437 p., 2006.
- SAMOTO, V.Y.; MIGLINO, M.A.; AMBROSIO, C.E.; PEREIRA, F.T.V.; LIMA, M.C.; CARVALHO, A.F. (2006). **Opossum (*Didelphis* sp) mammary gland morphology associated to the marsupial model**. *Biota Neotrop.* [Online]. 6(2), p. 1-12. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn01306022006>.
- SAUNDERS, N.R.; HINDS, L.A. **Marsupial biology: recent research, new perspectives**. Sydney: University of New South Wales Press (Ed.), 413 p., 1997.
- SHINE, R. Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. **Quarterly Review of Biology**, v. 64, p. 419-461, 1989.
- STALHEIM-SMITH, A. Comparison of the muscle mechanics of the forelimb of three climbers. **Journal of Zoology**, v. 202, p. 89-98, 1989.
- TILLEY, M.W.; DOOLITTLE, J.H.; MASON, D.J. Olfactory discrimination learning in the Virginia opossum. **Perceptual Motor Skills**, v. 23, p. 845-846, 1966.
- TONNI, E.P. & PASQUALI, R.C.. **Los que sobreviieron a los dinosaurios: la historia de los mamíferos en America**

del Sur. Naturaleza Austral, Ghia Editorial, Buenos Aires. 2002.

VAREJÃO, J.B.M.; VALLE, C.M.C. Contribuição ao estudo da distribuição geográfica do gênero *Didelphis* (Mammalia: Marsupialia) no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, v. 2, p. 5-55, 1982.

YEO, M.; ACOSTA, N.; LLEWELLYN, M.; SÁNCHEZ, H.; ADAMSON, S.; MILES, G.A.J.; LÓPEZ, E.; GONZÁLEZ, N.; PATTERSON, J.S.; GAUNT, M.W.; ARIAS, A.R.; MILES, M.A. Origins of Chagas disease: *Didelphis* species are natural hosts of *Trypanosoma cruzi* I and armadillos hosts of *Trypanosoma cruzi* II, including hybrids. **International Journal of Parasitology**, v. 35, p. 225-233, 2005.

VII. COPYRIGHT

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

CONSIDERAÇÕES SOBRE RELAÇÕES ENTRE POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS E TURISMO

TASSIANA HILLE PACE¹; LETÍCIA PERET ANTUNES HARDT²

1 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ; 2 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
tassihpace@gmail.com

Resumo - O presente artigo foi desenvolvido com o objetivo de sintetizar reflexões acerca das políticas públicas de turismo que apoiaram, ao longo do tempo, o desenvolvimento da atividade no Brasil. Baseada em métodos exploratórios e descritivos, a pesquisa se fundamenta, inicialmente, na conceituação geral de políticas públicas e, em seguida, na definição das políticas turísticas, ressaltando, neste âmbito, a importância da participação popular e da intervenção do Estado. Também é abordada a relevância da atividade de planejamento no contexto político, sendo, para melhor ponderamento, analisada, por períodos temporais, a evolução das políticas públicas no Brasil, desde a primeira política nacional voltada ao setor até o Plano Nacional de Turismo para o período de 2003 a 2007, passando pelo marco principal de criação do Ministério do Turismo. Conclui-se que, além de ter sido historicamente relegada a posições não prioritárias dentre as estratégias de desenvolvimento do país, a atividade turística esteve subordinada à falta da devida integração entre políticas públicas brasileiras, dentre outras deficiências estruturais do próprio setor.

Palavras-chave: Políticas Públicas. Turismo. Planejamento. Desenvolvimento. Política Nacional de Turismo.

I. INTRODUÇÃO

O turismo vem se consolidando como atividade econômica de destaque no cenário nacional. Como geradora de emprego e renda, passou a exigir, principalmente a partir de meados do século XIX, quando se torna amplamente reconhecida, políticas e planos voltados ao seu desenvolvimento e ordenação no território. Nesse período inicial, utilizava-se, quase que integralmente, de infra-estruturas criadas em razão de outros usos do solo. Desde então, depara-se com uma série de tentativas para transformar, paulatinamente, sua posição de usuária passiva dos territórios em agente condicionador do seu ordenamento (CRUZ, 2000).

A delegação dessa autonomia aos Estados e Municípios também pode favorecer a criação de um relacionamento mais próximo entre entes governamentais e a comunidade local, possibilitando a conscientização da população sobre a importância da preservação do patrimônio turístico e informando-a sobre os rumos das políticas públicas voltados ao turismo na região.

A questão-problema do presente trabalho reside justamente nessa falta de esclarecimentos sobre as orientações das políticas e planos no decorrer do desenvolvimento da atividade no território nacional, principalmente por não ser considerada hierarquicamente prioritária aos planos governamentais.

Beni (2000) reconhece que, apesar do crescimento do ramo, ao estabelecer a hierarquia de prioridades no planejamento da economia, o governo não tem considerado a atividade, na medida desejada e potencialmente possível, entre as principais alternativas das políticas de desenvolvimento regional ou nacional.

Segundo Cruz (2000), uma digressão histórica evidencia que nem sempre foram claramente explicitadas as políticas de turismo no país, além de terem se reduzido a aspectos parciais da atividade. Esse fato gerou reflexos adversos sobre as políticas públicas do setor turístico em outras escalas de gestão – regional, estadual e municipal –, pois, sem a referência de diretrizes nacionais, tornava-se mais difícil a concatenação entre si e com outras políticas setoriais.

A partir desse fato, decorreu grande parte de problemas da atividade turística ligados à urbanização de territórios no país, como:

[...] demanda de serviços públicos de saneamento básico maior que a oferta; congestionamentos quilométricos em estradas de acesso a localidades turísticas; deterioração urbana dessas localidades em virtude da incapacidade (política e financeira), por parte de poderes públicos locais, de gestão do território municipal, considerando-se seu uso pelo turismo; e um ônus social, muitas vezes bastante significativo, para comunidades de núcleos receptores de fluxos expressivos de turistas. O confinamento territorial do turismo, por exemplo – uma das formas espaciais assumidas pela atividade no Brasil –, é um produto das limitações de políticas e do planejamento do turismo levadas a cabo no país e da falta substancial de desenvolvimento social (YÁZIGI, 1998, p.21).

Perante as considerações anteriores, o presente artigo tem por objetivo sintetizar reflexões sobre as políticas públicas do turismo que auxiliaram, ao longo do tempo, o desenvolvimento da atividade, estabelecendo sua relação

com a gestão governamental, a partir da definição de conceitos e da sua ligação com o processo de planeamento.

Nos dias de hoje, o poder público dificilmente pode ficar indiferente diante de realidades que intervêm no país e que atingem boa parte dos cidadãos. Esta assertiva também é válida para o turismo. Castelli (2001) coloca que o poder público não pode permanecer alheio às necessidades desse setor, tendo em vista sua incidência no aumento do volume de negócios; seu incremento nos gastos em transportes e diversões; sua participação na geração de empregos; seus efeitos culturais e sua capacidade de integração entre regiões e países.

O turismo é profundamente dependente do setor público, de maneira que este se torna responsável pela qualidade do produto turístico oferecido aos visitantes. Portanto, depreende-se a relevância de análises sobre as formas de ação do poder público para desenvolvimento da atividade por meio das políticas públicas.

II. POLÍTICAS PÚBLICAS

A política pública, enquanto área de conhecimento e disciplina acadêmica nasceu nos Estados Unidos como subárea da ciência política, rompendo a linha da tradição européia de estudos, que se concentrava mais na análise sobre o papel do Estado e suas instituições do que na produção dos governos (SOUZA, 2006).

O termo política é comumente usado para definir e indicar a atividade – ou o seu conjunto – que, de alguma forma, tem como referência a *polis*, ou seja, o Estado (CUSTÓDIO, 2006). Este tem por funções, quando dentro da esfera política, ordenar ou proibir algo que produza efeitos vinculadores para todos os membros de um determinado grupo social.

Assim, a existência de políticas é fundamental para o adequado poder de desenvolvimento, prevenção, ordenamento, organização e controle nas cidades por parte da gestão pública como um todo.

As políticas públicas fazem parte de um conjunto de ações executadas pelo Estado, voltadas ao atendimento às necessidades da sociedade, por meio de diretrizes norteadoras de ação do governo com regras e procedimentos que relacionem o público e a sociedade, buscando satisfazer o interesse comunitário e direcionado ao bem comum (DIAS, 2003).

Complementando, Souza (2006) afirma que a política pública é a soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou por meio de algum instrumento, e que influenciam a vida dos cidadãos. Assim, a escolha do governo em fazer ou não fazer algo implica em responder questões como: quem ganha o quê e por quê. Porém, não é necessário renegar as possibilidades de cooperação entre os governos e outras instituições e grupos sociais.

O rápido processo mundial de urbanização, principalmente a partir da Revolução Industrial, provocou o aumento da demanda por políticas públicas que exigissem do governo tanto maior grau de responsabilidade na implantação de programas e planos para melhoria na qualidade de vida quanto melhor nível de organização da cidade.

Acredita-se que quando o crescimento urbano não é acompanhado por investimentos em infra-estrutura, a oferta de serviços urbanos não acompanha o

crescimento da demanda. A falta de investimentos na manutenção dos equipamentos urbanos virá, por sua vez, acentuar o déficit na oferta de serviços, o que se reverterá espacialmente sob a forma de segmentação sócio-territorial entre populações atendidas e não atendidas por tais serviços. Esse processo exprime-se sob a forma de uma “queda da produtividade política dos investimentos urbanos”, incrementando os graus de conflito e incerteza no processo de reprodução das estruturas urbanas (ACSELRAD, 2001, p.46).

Apesar de o Brasil ser um país altamente urbanizado, a história das políticas públicas, principalmente urbanas, envolve, de acordo com Cruz (2000), concepções errôneas, omissão e participação equivocada do poder público. É uma história que revela muito mais erros do que acertos. A realidade urbana atual do país, resultante, sob diversos aspectos, dessas políticas, é a comprovação incontestável desta afirmativa: carência de infraestrutura básica, déficit habitacional, favelização etc.

Mas, por ser de ordem multidisciplinar, as políticas públicas, repercutem tanto na economia quanto na sociedade. Assim, as teorias que partem das políticas devem inter-relacionar o Estado, a economia, a sociedade e a política. Diversos campos têm se voltado para essa análise, visando contribuir empiricamente para o avanço da discussão, inclusive na área do turismo.

A formulação de políticas públicas constitui-se no estágio em que os governos democráticos traduzem seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações que produzirão resultados ou mudanças no mundo real. [...] políticas públicas, depois de desenhadas e formuladas, desdobram-se em planos, programas, projetos, bases de dados ou sistema de informação e pesquisas. Quando postas em ação, são implementadas, ficando então submetidas a sistemas de acompanhamento e avaliação (SOUZA, 2006, p.26).

É necessário ressaltar que os instrumentos utilizados na elaboração dessas políticas públicas vêm, muitas vezes, de países industrializados e com democracias fortemente consolidadas; portanto deve-se atentar para as tentativas de ajuste das particularidades para o modelo brasileiro de gestão.

Constata-se, porém, que não é possível atribuir apenas à política os problemas que afetam as cidades brasileiras. A política urbana é sujeita à política econômica e seu sucesso depende, também, de seu encadeamento com outras políticas setoriais. O quadro de deterioração das cidades brasileiras é fruto, dentre outros aspectos, da exiguidade dos recursos destinados à efetivação de políticas urbanas e do emprego inescrupuloso de recursos (CRUZ, 2000).

O acelerado crescimento do turismo nos últimos anos despertou a necessidade de constituição de planos e políticas voltadas para esse setor. Em alguns grandes municípios brasileiros, a Secretaria de Turismo ainda é integrada a outras, como da Indústria e Comércio ou do Esporte. Em nível federal, somente a partir da gestão de Caio Luís de Carvalho, houve lançamento, em 1996, do documento base da Política Nacional de Turismo, definindo metas e ações para desenvolvimento da atividade no Brasil. Com a criação, em 2003, do Ministério do Turismo, as políticas passaram a ser melhor estruturadas.

III. POLÍTICA PÚBLICA PARA O TURISMO

O turismo é uma das áreas da economia com maior crescimento no mundo. No Brasil, como já referenciado acima, a atividade sofreu, a partir de 1995, uma revolução progressiva e silenciosa, acompanhando as tendências do mercado internacional.

De acordo com Cruz (2000), a atividade superou, em volume de transações financeiras, a indústria bélica no final do século XX e apresentou números expressivos no que se refere a deslocamentos de fluxos, à mão-de-obra empregada e à geração de renda, dentre outros aspectos. A importância do turismo reside não apenas nas estatísticas, mas na sua incontestável capacidade de organizar sociedades e de condicionar o (re)ordenamento de territórios para a sua realização.

A maneira como se dá a apropriação de determinado espaço geográfico pelo turismo depende da respectiva política pública que se insere no local (CRUZ, 2000). À política turística cabe o estabelecimento de metas e diretrizes que orientem o seu desenvolvimento socioespacial, tanto na esfera pública quanto na privada, sendo que, na ausência da primeira, o turismo acontece de acordo com interesses e iniciativas particulares.

A política de turismo é entendida por Beni (2001, p.101) como um conjunto de fatores condicionantes e com diretrizes básicas que expressam os caminhos para atingir os objetivos globais para a atividade do país. Assim, deve determinar as prioridades da ação executiva, supletiva ou assistencial do Estado, ao mesmo tempo em que deve facilitar o planejamento das empresas do setor quanto aos empreendimentos e às atividades mais suscetíveis de receber apoio estatal, levando em conta os aspectos culturais, sociais e econômicos locais.

Para Goeldner, Ritchie e McIntosh (2002, p.56), essa política é:

um conjunto de regulamentações, regras, diretrizes, objetivos e estratégias de desenvolvimento e promoção que fornece uma estrutura na qual são tomadas as decisões coletivas e individuais que afetam diretamente o desenvolvimento turístico e as atividades diárias dentro de uma destinação.

Castelli (2001) define-a como a atividade decorrente de todas as iniciativas ligadas à indústria do turismo, tanto públicas quanto privadas, isoladas ou ligadas entre si, desde que reconhecido o seu interesse para o desenvolvimento do país.

A política turística, que deve ser incluída na política econômica de uma nação, também se constitui em uma forma de intervenção do poder público¹, que passou por três etapas distintas ao longo de sua evolução. Na primeira etapa, constituiu um conjunto de proibições relativas ao setor, onde o poder público se ateu aos aspectos quantitativos do turismo, visando fomentar o ingresso de visitantes. Em uma segunda fase, o governo concedeu estímulos para o incremento da infraestrutura turística, por meio de financiamentos especiais e isenção de impostos. A última etapa caracterizou-se pelo intervencionismo, no qual

¹ Para Beni (2006), o objetivo de uma intervenção pública é mudar a qualidade de vida da população beneficiária de uma situação atual para o cenário desejado, por meio de ações definidas em planos, programas ou projetos. As instituições públicas intervêm na realidade social em razão do caráter desigual do desenvolvimento resultante de um sistema de mercado.

o próprio poder público se engajou na atividade, utilizando-se de autarquias ou empresas estatais² (CASTELLI, 2001).

Todos os esforços, tanto do setor público quanto da iniciativa privada, devem estar focados no progresso da localidade que tem o turismo entre suas atividades econômicas. Para que esses esforços resultem em resultados positivos, faz-se necessária a implementação do processo de planejamento do território.

IV. RELAÇÃO ENTRE POLÍTICA E PLANEJAMENTO

O papel do Estado no turismo visa garantir a criação de empregos, a redução da sazonalidade, o incentivo à proteção ambiental, entre outros aspectos, Mas cabe ressaltar o fator de omissão do governo federal, que, por muitas vezes, delegou ao setor privado o poder de decisão sobre o ordenamento do território. Tal fato resultou em caos em muitos municípios turísticos litorâneos, que, em período de alta temporada, têm problemas com congestionamentos, falta de água e excesso de lixo, dentre outros problemas que afetam a vida da população local e denigrem a imagem do local para o turista.

Dias (2005) considera sete pontos principais nessa atuação do Estado no turismo, entre eles a coordenação da implantação da política de turismo e do processo cotidiano de sua efetivação; a legislação e regulamentação de normas ligadas ao direito para imposição de limites e regras; o estímulo ao setor privado, por meio de empréstimos, incentivos fiscais e isenções de taxas; e o planejamento da atividade turística, envolvendo a escolha de um cenário futuro que atenda aos interesses da maioria da população de um país. Este ponto é um dos mais importantes no turismo. O planejamento, importante instrumento de gestão, pode ocorrer em diversos níveis de organização: municipal, estadual e federal.

Para Beni (2001), o planejamento, do ponto de vista governamental, consiste em um processo que estabelecem objetivos, define linhas de ação e planos detalhados para atingi-los e determina os recursos necessários à sua consecução:

Planejar é raciocinar em termos definidos sobre o setor, como ele deverá chegar à posição que os administradores públicos almejam, combater riscos e tirar partido das vantagens previsíveis. [...] o planejamento em nível nacional constitui uma clara competência do órgão nacional de turismo que, por meio da formulação e execução de planos de desenvolvimento, promove e realiza o incremento da atividade para atingir os objetivos nacionais (BENI, 2001, p.11).

O planejamento formal do turismo por parte do Estado é recente. Apareceu no final da década de 1940, na França. A Espanha, em 1952, após um ano da criação do Ministério de Informação e Turismo realizou a primeira experiência com o planejamento em nível nacional. No continente americano, o México, em 1961, foi pioneiro, quando o poder executivo encarregou o Departamento de Turismo da elaboração do plano nacional. Em 1968, a Argentina também começou a elaboração do seu plano (BENI, 2001).

² “No Brasil, a partir dos anos 70, surgiram, em todos os Estados da União, organismos oficiais de turismo para cuidarem mais especificamente do setor (CASTELLI, 2001, p.57)”.

Não é por acaso que os países europeus são hoje destaque em número de visitantes recebidos, pois, assim que perceberam a sua vocação turística, começaram a desenvolver planos nacionais para o desenvolvimento da atividade.

O planejamento é exigido em diversos ramos, mas ele se justifica no turismo principalmente devido à intervenção de diferentes níveis da administração pública, o que pode ocasionar dispersão de esforços, atuações diversas e dispersão de investimentos. Também há necessidade de integração do planejamento turístico com outros instrumentos de organização do território municipal – planos diretores, planos setoriais, zoneamentos e leis de uso e ocupação do solo etc. – tornando-se um processo integrado e integrador de outras atividades (DIAS, 2003).

Cabe ressaltar que o planejamento e a coordenação da política de turismo não podem ser centralizados em uma cúpula, reservando aos níveis regionais apenas a execução de planos e programas, pois isso limita a visão do setor. É importante a participação de representantes regionais e locais, da iniciativa privada e da sociedade como um todo principalmente da comunidade local.

V. EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE TURISMO

Na história do turismo no Brasil, apenas duas políticas nacionais foram instituídas. A primeira delas, estabelecida pelo Decreto-Lei Nº 55, de 18 de novembro de 1966, define a Política Nacional de Turismo, cria o Conselho Nacional de Turismo (CNTur) e a Empresa Brasileira de Turismo (Embratur³). A segunda é, instituída em 1996, pela Lei Federal Nº 8.181, de 28 de março de 1991, e pelo Decreto Federal Nº 448, de 14 de fevereiro de 1992. A partir do decreto-lei de 1966, o turismo passa a ser:

valorizado e reconhecido como uma atividade capaz de contribuir para a atenuação dos desníveis regionais que caracterizavam a nação. Isto está demonstrado pelo sistema de incentivos financeiros e fiscais criados em razão dessa atividade que privilegiaram, sistematicamente, as regiões Norte e Nordeste (CRUZ, 2000, p.40).

Isso não significa dizer que anteriormente não tenha havido outras manifestações políticas no turismo. Esse primeiro período histórico é construído a partir da compilação e análise dos diplomas legais referentes à atividade, promulgados ao longo do tempo, considerando o primeiro deles em 1938, um decreto-lei que previa a autorização para venda de passagens aéreas, marítimas ou rodoviárias.

Considerando, porém, por um lado, a inexperiência brasileira à época, no que se refere à regulamentação jurídica da atividade, e, por outro, os contextos cultural e moral em que se inseriam aqueles legisladores, tais equívocos perdem importância diante do significado daqueles diplomas legais para a história das políticas governamentais de turismo no Brasil. Eles constituem um marco entre o que poderia

se chamar “pré-história” e história jurídico-institucional do turismo no país. A partir de 1930, o Estado tem uma participação cada vez maior na definição dos rumos da economia brasileira. A Revolução daquele ano – que depôs o então presidente Washington Luís – representou uma ruptura política e, também, econômica, social e cultural com o Estado oligárquico vigente nas décadas anteriores. Essa transição, de um Estado agro-exportador para um Estado industrializante, é marcada, sobretudo, por uma crescente participação (interferência) do poder público na economia. Esse período inaugura uma fase de crescente valorização do planejamento governamental na América Latina e, especificamente, no Brasil, traduzido, aqui, em diversos planos nacionais de desenvolvimento, tais como Plano Salte, Plano de Metas e outros (CRUZ, 2000, p.43-44).

Nessa mesma década, é criada a Divisão de Turismo, que pode ser considerada a primeira instituição oficial de turismo na administração pública federal. No período compreendido entre 1946 e 1947, o turismo ficou subordinado ao Ministério da Justiça e Negócios. Em 1958, há esforços de articulação por uma política nacional de turismo visando ao planejamento da atividade em nível nacional, com a criação da Comissão Brasileira de Turismo (Combratur), a qual é extinta aproximadamente quatro anos após, fracassando a tentativa de unificação de uma política para o turismo (DIAS, 2003).

Os fatos históricos mostram que até 1966, as políticas continham-se nos aspectos regionais do turismo, sem reconhecimento oficial. Havia, portanto, grande dificuldade na articulação da atividade como um todo no território nacional.

Em 1967, foi criado o Sistema Nacional do Turismo⁴, formado pelo CNTur, pela Embratur e pelo Ministério da Relações Exteriores. Em 1971, nasceu o primeiro fundo para financiar unicamente o desenvolvimento turístico do país – o Fundo Geral do Turismo (Fungetur), com o objetivo de prover recursos para financiamento de empreendimentos, obras e serviços de finalidade e interesse turísticos (DIAS, 2003).

Beni (2006) relata que, em 1973, um decreto dispõe sobre zonas prioritárias para o desenvolvimento do turismo e, em 1977, duas leis estabelecem condições para funcionamento e fiscalização de serviços turísticos (hotéis, restaurantes, agências, etc.), criando áreas especiais e locais de interesse turístico (bens de valor histórico e artístico, reservas ecológicas, etc.). A década de 1980 é marcada pelo processo de abertura do regime político anterior e é considerado um período de transição devido à nova Constituição, que abre ampla discussão nacional. No turismo, de 1985 a 1986 houve estímulo à criação de albergues e liberação do mercado para exercício e exploração da atividade, reduzindo, conseqüentemente, sua clandestinidade. Em 1987, há aumento das preocupações com a prática turística em áreas naturais; então, são incorporadas as questões ambientais à formulação de políticas públicas e a Embratur lança o turismo ecológico

³ Tinha o objetivo de fomentar a atividade turística ao viabilizar condições para a geração de emprego, renda e desenvolvimento em todo o país. Atualmente, após a instituição do Ministério do Turismo, em 2003, é denominada de Instituto Brasileiro de Turismo e concentra-se na promoção, no marketing e no apoio à comercialização dos produtos, serviços e destinos turísticos brasileiros no exterior (BRASIL, 2003).

⁴ Um fato que demonstra a disparidade das políticas entre países estrangeiros e o Brasil é o fato da necessidade de ampliação e modernização do parque hoteleiro nacional. Cruz (2000) relata que a Europa, no final da década de 1960, apresentava cerca de nove milhões de leitos em oferta em relação a aproximadamente quatro milhões e meio de leitos nos Estados Unidos e setecentos mil na Argentina, enquanto o Brasil possuía cerca de cento e oitenta mil leitos ainda não classificados.

como produto turístico. O turismo é citado, em 1988, na Constituição Federal, em seu Artigo 180, no qual se atribui responsabilidades iguais a todos os níveis governamentais.

Percebe-se que esses 25 anos, que podem ser chamados de segundo período da história das políticas nacionais de turismo, distanciando o Decreto-Lei Nº 55/66 da Lei Federal Nº 8.181/91, constituíram uma fase de criação de instrumentos legais, por meio de normas, resoluções e portarias para efeito regulador da atividade, que acabaram, a partir da definição e instituição de uma política nacional, criando organismos oficiais na tentativa de sua efetivação.

Entre 1966 e 1991, o Estado brasileiro promulgou diversos diplomas legais com o objetivo de regulamentar aspectos do desenvolvimento da atividade turística no país e, embora tais instrumentos, irregularmente distribuídos ao longo do tempo (não há uma sistemática temporal na promulgação desses diplomas legais, não sendo possível, sequer, relacioná-los com as respectivas gestões dos diferentes governos federais que passaram pelo poder nesse período), não deixassem claros os objetivos das respectivas políticas nacionais de turismo a que supostamente estariam subordinados, isto não significa que tais políticas não tenham existido. O que se pode concluir, a partir da análise desse conjunto de diplomas legais, é que as políticas nacionais de turismo, nesse período, falharam sob diversos aspectos, mas, principalmente, por reduzirem-se a aspectos parciais da atividade, em detrimento de uma abordagem estrutural e totalizante (CRUZ, 2000, p.42).

No relatório de Política de Turismo Internacional de 1987, no qual diversos países citam as suas estratégias políticas, o governo japonês reconhece que no passado, antes de uma estruturação política voltada para o setor, o turismo deu uma contribuição muito pequena para a economia nacional, mas que recentemente havia traçado metas para estimular a afluência de turistas estrangeiros e estruturar roteiros turísticos para estrangeiros, dentre outros objetivos, auxiliando no desenvolvimento da economia e na elevação do padrão de qualidade de vida do povo japonês (BENI, 2001). No Reino Unido, por exemplo, hoje se confere menos importância ao ingresso de divisas do que há alguns anos atrás, pois foi substituído por aumento na geração de empregos, escolhida como estratégia principal da Política Nacional de Turismo.

Em 1992, sob vigência do Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo, foi revitalizado no Brasil o Fungetur e apresentado o Plano Nacional de Turismo (Plantur), que prevê a criação de pólos de turismo integrados em novas áreas associadas à expansão da infra-estrutura viária e aeroportuária. Também foi criado o Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste (Prodetur -NE⁵), implantado em 1993. Nesse mesmo ano, inicia-se a incorporação dos princípios de descentralização governamental no turismo por meio do Plano Nacional de Municipalização do Turismo (PNMT⁶) (BENI, 2006).

⁵ É estruturado com recursos externos, provenientes, em sua quase totalidade, do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do Banco Mundial (BIRD), concentrados na construção e operacionalização dos aeroportos da região, além da implantação de infra-estrutura básica, instalação de equipamentos urbanos e oferta de serviços públicos (BENI, 2006).

⁶ De acordo com Beni (2006), é criado com o objetivo principal de melhorar o produto turístico brasileiro por meio da conscientização dos

O grande marco nessa etapa é, sem dúvida, a transição de uma política turística fortemente centralizada para preconização de grande descentralização. Porém, o PNMT não alcançou os resultados esperados na maioria dos estados brasileiros, pois o modelo da Organização Mundial de Turismo (OMT), recomendado para seus países-membros, preconizava que cada um deles tivesse conhecimento prévio dos seus espaços turísticos. Devido à sua grande dimensão territorial e à sua vasta diversidade, o Brasil exigiria do PNMT um programa que alentasse para as particularidades vocacionais de cada localidade turística.

Ao longo dessa evolução do processo político no turismo, pode-se interpretar que a circulação da atividade por tão diversas esferas públicas se deve a três fatores. Primeiramente, pelo fato do turismo nunca ter estado entre as prioridades das políticas federais de desenvolvimento, resultando no seu enfraquecimento político e, conseqüentemente, na inconstância dos organismos oficiais encarregados da sua gestão. Depois, por ser considerado de menor importância dentro do conjunto de atividades produtivas desenvolvidas no país, o turismo era transferido de órgão em órgão, devido à atuação de grupos ligados ao ramo e à sua respectiva articulação com as diversas esferas do poder público. Por fim, essas transferências podem ter ocorrido simplesmente pelas mudanças de governo, acompanhadas por reformas estruturais na máquina administrativa (CRUZ, 2000).

Beni (2000) aborda o primeiro fator, comentando que, em vista de seus importantes efeitos econômicos, sociais, ambientais, políticos e culturais, o turismo, organizado e planejado, representa poderoso instrumento de aceleração ou complementação do processo de desenvolvimento, mas que, no entanto, este não esteve na base de prioridades governamentais. Para o autor, é forçoso reconhecer que “o progresso do setor, nos últimos anos, deve-se muito mais em decorrências de programas e iniciativas isoladas do que de uma atuação coordenada que reflita claramente seus benefícios socioeconômicos, culturais e humanos” (BENI, 2000, p.80).

A revogação do Decreto-Lei Nº 55/66 pela Lei Federal Nº 8.181/91, que reestrutura a Embratur, marca o que pode ser considerado o terceiro período da história das políticas públicas de turismo e que se estende até os dias de hoje.

A valorização do setor turístico no Brasil, a partir dos anos 1990, resultado do crescimento econômico, da potencialidade natural, do investimento de capital estrangeiro e do posicionamento favorável do poder público e privado para o desenvolvimento da atividade, produziu, segundo Cruz (2000), um marco na política turística com a formulação da Política Nacional de Turismo, em 1996, no mandado de Fernando Henrique Cardoso, sob responsabilidade da Embratur, contendo dez objetivos estratégicos, dentre os quais podem ser destacados aqueles relacionados à descentralização, à conscientização e à articulação intra e extra governamental.

De acordo com Embratur (2000), esse processo político cumulou em ações que geraram faturamento de US\$ 22,3 bilhões em 1999, fortalecendo o setor turístico, que absorvia, naquela época, cerca de 6 milhões de empregos. O impacto na arrecadação de impostos diretos e indiretos

municípios e de seus habitantes acerca dos benefícios econômicos que o turismo poderia aportar, bem como da descentralização das atividades de planejamento.

chegou próximo de 15 bilhões de reais, garantindo o desenvolvimento econômico de centenas de municípios.

Esses dados refletem o começo de mudanças estruturais no ramo político do turismo, que buscava lugar de destaque na economia nacional por meio do aumento de empregos formais e informais e de ampla geração de divisas. Os programas de desenvolvimento regional que afloraram nesse período buscando melhoria das condições de infraestrutura básica e de serviços públicos em locais com potencial turístico, já começam a evidenciar a descentralização da política nacional.

O início do século XXI é marcado pela instituição do Ministério do Turismo, em 2003, e nova organização em nível nacional, com a Embratur, realizando a promoção e marketing do produto turístico brasileiro, com a Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, voltada ao planejamento e articulação, e com a Secretaria Nacional de Desenvolvimento do Turismo, responsável pela implantação de infra-estrutura turística. Além disso, ocorre a criação do Conselho Nacional de Turismo e do Fórum Nacional de Secretários de Estado do Turismo, assim como a implantação do Programa de Regionalização Turística “Roteiros do Brasil” (BENI, 2006).

O Quadro 1 apresenta a estrutura do Sistema Nacional de Gestão Pública do Turismo, Integrado por um modelo de gestão descentralizada do turismo nas suas dimensões gerencial e territorial, busca alinhar as ações do Ministério do Turismo com as metas do Conselho Nacional de Turismo, do Fórum Nacional dos Secretários e Dirigentes Estaduais de Turismo e dos Fóruns Estaduais de Turismo nos 27 Estados brasileiros, gerando ações em nível municipal com roteiros integrados.

Esse contexto reflete a preocupação do governo com a descentralização da gestão do turismo, atingindo, em última instância, o município, onde efetivamente o turismo acontece. Nessa política de descentralização e participação, os municípios são incentivados à criação dos Conselhos Municipais de Turismo e à sua organização em consórcios para a formação de roteiros integrados, ofertando um conjunto de produtos turísticos e completando, assim, o sistema de gestão do turismo brasileiro (DIAS, 2003).

Dias (2005) relata que esse sistema baseia-se no lançamento, em 2003, do Plano Nacional de Turismo (PNT) pelo governo brasileiro, contendo as diretrizes, metas e programas para o período de 2003 a 2007⁷. O PNT realiza o compromisso de apresentar ao país, de modo consolidado e sistemático, a Política Nacional de Turismo, com base em amplo diagnóstico dos problemas do turismo no país.

O documento estabelece objetivos gerais e específicos a serem alcançados. Entre os objetivos gerais estão: desenvolver o produto turístico

⁷ Atualmente, já está em vigência o PNT 2007-2010 – Uma Viagem de Inclusão. É um instrumento de planejamento e gestão, que posiciona o turismo como indutor do desenvolvimento e da geração de emprego e renda no país, avançando na perspectiva de expansão e fortalecimento do mercado interno, com ênfase na função social do turismo (BRASIL, 2007). Não é analisado no presente trabalho por ainda estar em vigência e não apresentar resultados completos, podendo ser fonte de trabalhos futuros, devido à sua grande importância na área social, especialmente pelos aspectos relacionados à inclusão social.

brasileiro com qualidade, contemplando as diversidades regionais, culturais e naturais; e estimular e facilitar o consumo do produto turístico brasileiro nos mercados nacional e internacional. Quanto aos objetivos específicos, encontra-se: diversificar a oferta turística; estruturar os destinos turísticos; ampliar e qualificar o mercado de trabalho; aumentar a inserção competitiva do produto turístico no mercado internacional; ampliar o consumo do produto turístico no mercado nacional; e aumentar a taxa de permanência e gasto médio do turista (DIAS, 2003, p.142).

O PNT divide-se em macro programas, constituídos, de 2003 a 2007, por:

- a) Gestão e Relações Institucionais, que visa, entre outros objetivos, promover a interação dos setores públicos e privados;
- b) Fomento, com vistas a novas linhas de crédito e facilidades para viagens no território;
- c) Infra-Estrutura, voltado à melhoria da qualidade de vida nas cidades e à ampliação da implantação de equipamentos turísticos;
- d) Estruturação e Diversificação da Oferta Turística, com objetivo de diversificar os produtos turísticos, contemplando a pluralidade cultural e as diferenças regionais brasileiras;
- e) Qualidade do Produto Turístico, por meio do fornecimento ao consumidor nacional e estrangeiro de referencial de qualidade e de capacitação aos profissionais da área;
- f) Promoção e Apoio à Comercialização, por intermédio do marketing sobre a imagem do Brasil como um país moderno, jovem e hospitaleiro;
- g) Informações Turísticas, fundamental ao turismo, pois alguns dados chegam ao visitante antes mesmo de sua visitação ao local pretendido (PACE; HARDT, 2008).

O PNT buscou, por meio desses programas, focar metas de 1.200.000 novos empregos no turismo, aumentar para 9 milhões o número de turistas estrangeiros no Brasil, gerar 8 milhões de dólares em divisas, aumentar para 65 milhões a chegada de passageiros em vôos domésticos e ampliar a oferta turística brasileira com no mínimo, três produtos de qualidade em cada estado (BRASIL, 2003).

Somando a falta de integração das políticas e as diversas tentativas de aplicação da Política Nacional de Turismo, Beni (2000) conclui que os resultados produzidos até o final do século XX não eram os esperados, porque a política não era implementada e coadjuvada pelos órgãos públicos estaduais, municipais ou regionais de turismo. Notava-se que, em raros casos, quando havia algum êxito, muitas das iniciativas acabaram se dissociando das diretrizes e metas fixadas. Como exemplo, tem-se os casos de grandes investimentos em complexos turísticos construídos pela iniciativa privada, muitos dos quais estimulados e incentivados por governos estaduais, que não obedecem aos preceitos da política estratégica de desenvolvimento regional e do planejamento sustentável do turismo. Assim, não contribuem para a correção dos desníveis econômicos e sociais da região onde são implantados, não geram empregos para a população local e permanecem fechados ou insensíveis a uma adaptação de preços, ou seja, de competitividade em relação à demanda da maioria da população real e potencial do turismo nacional – e até do internacional –, a que a maior parte de seus equipamentos se destina.

A partir da análise efetuada ao longo do presente trabalho, é possível verificar que, no Brasil, a política pública de turismo sempre teve impacto sobre a própria atividade, bem como sobre os Estados e sobre os municípios. Este fato justifica os desacertos oriundos da ausência constante de orientação clara sobre os objetivos, metas, prioridades e metodologia na elaboração dos programas e projetos, assim como da inexistência de integração entre as próprias políticas do setor, bem como com outras de caráter setorial.

VI. CONCLUSÃO

O sucesso futuro do turismo, em qualquer local que se proponha a desenvolvê-lo, dependerá substancialmente das políticas formuladas pelo Estado para administrar seu desenvolvimento, crescimento e amadurecimento. Se o mundo se volta cada vez mais à descentralização, o turismo também deve buscá-la, seja em termos econômicos ou políticos. O poder de decisão não pode ficar vinculado a um só ator, pois acaba gerando um núcleo único de interesse que não satisfaz a todos os agentes envolvidos, acarretando bloqueios no desenvolvimento da localidade envolvida, bem como do país como um todo.

O cenário da política turística é positivo, mas exige clareza na definição dos objetivos que se pretende alcançar, assim como nas ações realizadas em prol do desenvolvimento regional do turismo pelas localidades brasileiras. Segundo Beni (2006), somente as regiões que mostrarem mobilização para o desenvolvimento regional e clareza no processo decisório, além de entendimento da necessidade de estratégias integradas de desenvolvimento, é que conseguirão se beneficiar com as oportunidades existentes, bem como se destacar como destinações competitivas.

O Brasil ainda apresenta nítidas desigualdades intra e inter-regionais, resultado de um processo histórico de desenvolvimento que se caracteriza pela concentração em áreas específicas do território, notadamente o Centro-Sul e ao longo da faixa litorânea (BENI, 2006). Não é por acaso que se tornou conhecido internacionalmente como o país de sol e praia e que o turismo tenha se desenvolvido tão fortemente na região Nordeste. Ainda que se considerem os avanços na descentralização do turismo, por meio de programas de regionalização, o Brasil ainda carece de políticas públicas efetivas que contribuam para a inserção igualitária de áreas menos visíveis, com precárias condições de vida para sua população local, no processo global de desenvolvimento econômico e social.

É natural que um setor como o turismo, que nunca esteve entre as prioridades das políticas públicas nos três níveis de governo, tenha sofrido – e ainda sofra – para se destacar como elemento importante no desenvolvimento do país, pois o ato de viajar não é considerado uma necessidade básica do ser humano. A preocupação do governo se concentra em formular políticas visando ao combate emergencial àquilo que é interpretado como mais importante pela população, que são suas necessidades de saúde, educação, habitação, alimentação e segurança.

Cruz (2000) afirma que a história de atuação do poder público no Brasil, no que tange ao turismo, mostra que este ignorou, sistematicamente, o complexo conjunto de relações em que a atividade está inserida. A ausência de

concatenação entre políticas de turismo e políticas urbanas e regionais é exemplo claro da visão estreita que permeou a elaboração de ambas. Uma das saídas encontradas para desenvolver o turismo sem cuidar do espaço urbano foi a especialização de territórios, ou seja, a criação de espaços exclusivamente (ou quase) usados para o turismo, que, por vezes, resultaram em “ilhas da fantasia”, um tipo de turismo altamente segregador, que limita (social e culturalmente) tanto turistas como populações dos núcleos receptores.

Pode-se afirmar que a criação de um órgão exclusivo para gestão do turismo, o Ministério do Turismo, foi fundamental em todo esse processo. Hoje, apresenta uma estrutura institucional apta a planejar o espaço turístico nacional, com diretrizes norteadoras e estruturantes do processo de regionalização do turismo, fruto de um longo e tortuoso processo de mudanças e transformações. Todavia, ainda enfrenta grandes dificuldades para que os Estados e Municípios possam entender, aplicar, operacionalizar e dar continuidade, em seus limites espaciais, às diretrizes apresentadas nos programas e projetos.

Diagnostica-se também, que um dos grandes empecilhos em todo esse processo político se relaciona com a ausência de recursos humanos qualificados para entender as especificidades locais e implantar os instrumentos operacionais disponibilizados pelos programas políticos, promovendo a sua descentralização.

Aponta-se, finalmente, possibilidades de elaboração de futuras pesquisas sobre assuntos não abordados no presente trabalho, devido a sua extensão e importância, tais como a comparação entre os resultados do PNT 2003-2007 com as propostas do PNT 2007-2010 (ou futuramente com os resultados desse) e o estudo dos *clusters* turísticos sob a ótica da segregação do espaço e das comunidades pela atividade turística.

Conclui-se que de nada adianta produzir metas muito altas pelas políticas públicas turísticas e não conseguir alcançá-las, bem como pretender desenvolver cada vez mais produtos turísticos e não se preocupar com a sua qualidade e com o bem estar das comunidades envolvidas. Antes de tudo, é necessário pensar a política sob o ponto de vista do cidadão, com a sua devida inclusão por meio da gestão participativa no processo político.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, H. (Org.). A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.
- BENI, M. C. Análise do desempenho institucional do turismo na administração pública. In: CASTROGIOVANNI, A (Org.). Turismo urbano. São Paulo: Contexto, 2000.
- BENI, M. C. Análise estrutural do turismo. 6.ed. São Paulo: Senac, 2001.
- BENI, M. C. Política e planejamento de turismo no Brasil. São Paulo: Aleph, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. Plano Nacional do Turismo: diretrizes, metas e programas – 2003/2007. Brasília/DF, 2003.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. Plano Nacional do Turismo: uma viagem de inclusão – 2007/2010. Brasília/DF: MT, 2007.

- CASTELLI, G. Turismo: atividade marcante. 4.ed. Caxias do Sul: Educs, 2001.
- CUSTÓDIO, R. B. A influência das intervenções urbanísticas na atividade turística da cidade de Curitiba. 2006. 144f. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
- CRUZ, R. C. Política de turismo e território. São Paulo: Contexto, 2000.
- DIAS, R. Planejamento do turismo: política e desenvolvimento do turismo no Brasil. São Paulo: Atlas, 2003.
- DIAS, R. Introdução ao turismo. São Paulo: Atlas, 2005.
- EMBRATUR – Empresa Brasileira de Turismo. O turismo na economia nacional: a revolução silenciosa. Florianópolis: Letras Brasileiras, 2000.
- GOELDNER, C. R.; RITCHIE, J. R.; McINTOSCH, R. W. Turismo: princípios, práticas e filosofias. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- LIMONAD, E. Reflexões sobre o espaço, o urbano e a urbanização. GEOgrafia, Niterói, v.1, n.1, p.71-91, 1999.
- MOREIRA, T. Urbanização, ontem e hoje. Revista Sinopse. São Paulo, v.37, p.1-11, 2002.
- PACE, T. H; HARDT, L. P. A. Os postos de informações turísticas nos parques de Curitiba como instrumento para o desenvolvimento do turismo. In: Seminário Internacional de Turismo, X, Curitiba. Anais... Curitiba: Universidade Positivo, 2008. p 1-20. (CD-ROM).
- SANTOS. M. Técnica, tempo, espaço: globalização e meio técnico-científico-informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SOUZA. C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. Sociologias, Porto Alegre: UFRGS, v.8, n.16, p.20-45, 2006.
- YÁZIGI, E. Turismo, uma esperança condicional. São Paulo: Plêiade, 1998.

VIII. COPYRIGHT

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

DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BASE DE DADOS ATRAVÉS DE META-HEURÍSTICA GRASP – UMA PROPOSTA PARA EXTRAÇÃO DE REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO

GENIVAL PAVANELLI¹; MARIA TERESINHA ARNS STEINER^{1,2}; ANDERSON
ROGES TEIXEIRA GÓES¹; ALESSANDRA MEMARI PAVANELLI¹; DEISE MARIA
BERTHOLDI COSTA¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ; 2 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO PARANÁ
genivalpavanelli@gmail.com

Resumo – O processo de gestão do conhecimento nas mais diversas áreas da sociedade exige constante atenção a multiplicidade de decisões a serem tomadas acerca das atividades presentes nas organizações que as constituem. Para tomar estas decisões deve-se ter cautela ao basear-se somente no conhecimento pessoal adquirido com a experiência profissional, uma vez que a partir desse método o processo seria lento, caro e altamente subjetivo. Para auxiliar nesse gerenciamento, faz-se necessário o uso de ferramentas matemáticas que cumpram a finalidade de extração de conhecimento de base de dados. Este artigo propõe a aplicação de Procedimentos de Busca Gulosos, Aleatórios e Adaptativos (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure – GRASP) (FEO; RESENDE, 1995), (PITSOULIS; RESENDE, 2002), (RESENDE; RIBEIRO, 2002) e (RESENDE; SILVA, 2013) como ferramenta de Data Mining (DM), dentro do processo denominado Knowledge Discovery in Databases (KDD) para a tarefa de extração de regras de classificação em bases de dados.

Palavras-chave: Procedimentos de Busca Gulosos. Aleatórios e Adaptativos. Data Mining. Extração de Regras.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente a maioria das operações e atividades de diversas organizações é efetivada computacionalmente o que gera uma imensa quantidade de dados. À medida que aumentam os bancos de dados oriundos destas transações, aumenta também o interesse em extrair destes vastos bancos de dados o conhecimento.

Neste contexto, este trabalho aborda o processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (*Knowledge Discovery in Databases*; KDD) que se trata de um processo de descoberta de padrões e tendências por análise de conjuntos de dados, tendo como principal etapa o processo DM, que produz uma relação entre padrões a partir dos dados (FAYYAD *et al.*, 1996).

A fim de executar o processo de *Data Mining* (DM, ou - do inglês - Mineração de Dados) este artigo propõe a aplicação de uma meta-heurística baseada no procedimento

GRASP para extração de regras de classificação em bases de dados. Optou-se pelo GRASP por se tratar de uma meta-heurística multi-partida (RESENDE; SILVA, 2013), de fácil implementação e largamente utilizada em problemas de otimização combinatória.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: na seção II são apresentados trabalhos correlacionados bem como os conceitos do processo KDD e da meta-heurística GRASP, os quais norteiam este trabalho. Na seção III está a proposta de adaptação à meta-heurística GRASP para a extração de regras de classificação em bases de dados. Em seguida, na seção IV, são apresentados os resultados obtidos com a referida proposta aplicada a uma base de dados. Finalmente, na seção V são apresentadas as conclusões.

II. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção primeiramente destacamos quatro trabalhos relacionados ao aqui apresentado:

Ribeiro (2005) propõe uma versão híbrida da meta-heurística GRASP com técnicas de Mineração de Dados (MD) a qual denomina de GRASP-MD que pode ser considerada como uma meta-heurística encadeada (*relay*) e de alto nível (*high level*), visando introduzir uma memória ao GRASP. A proposta da técnica GRASP-MD é inicialmente armazenar um conjunto de soluções sub-ótimas obtidas a partir de iterações GRASP. A partir deste conjunto de soluções utiliza-se o processo de MD a fim de extrair padrões que ocorrem com frequência. Por fim, estes padrões são utilizados para construir soluções para as próximas iterações.

Fonseca *et al.* (2008) apresentam uma versão híbrida da meta-heurística GRASP que incorpora técnicas de MD denominada DM-GRASP, aplicada ao problema de replicação de servidores para transmissão *multicast* confiável. Foram propostas três variações do DM-GRASP. A primeira variação denominada DM-3X executa o algoritmo de mineração três vezes, uma após 20% das

iterações e as outras com 50% e 80% das iterações. A segunda variação apresenta as versões DM-D5, DM-D10 e DM-D20 nas quais não há momento pré-definido para se executar o algoritmo de mineração. Na versão DM-D5 o algoritmo de mineração é aplicado quando o conjunto de elite não sofre alteração por um número de iterações igual a 5% do total, enquanto que para as versões DM-D10 e DM-D20 esse número é igual a 10% e 20%, respectivamente. A fim de avaliar os algoritmos, estes foram aplicados a cinco cenários de transmissão *multicast*. A versão DM-D5 apresentou melhores resultados e menores tempo de execução.

Semaan e Ochi (2011) apresentam um novo algoritmo heurístico baseado na meta-heurística GRASP para a extração de regras de associação. Na primeira fase da heurística proposta foi considerada a formação de *itemsets* de tamanho k , submetido como parâmetro, e não a construção de soluções (regras de associação). Já a segunda fase atua na construção da solução e refinamento dos *itemsets* construídos na fase anterior, sendo que nesta fase ocorre efetivamente a extração das regras de associação. Com o objetivo de diversificar a formação de *itemsets* foram considerados quatro critérios relacionados ao suporte dos itens. Os resultados obtidos mostraram que a utilização do algoritmo proposto é uma alternativa interessante para a obtenção de regras de associação de qualidade, ainda que seus *itemsets* possuam baixo(s) suporte e/ou confiança.

Barbalho *et al.* (2011) apresentam a hibridização da meta-heurística GRASP que incorpora o processo de religação de caminhos (*Path Relinking*) e um módulo de mineração de dados. A aplicação proposta neste trabalho é para o problema 2PNPD (*2-path network design problem*). A contribuição deste trabalho é mostrar que não só a meta-heurística GRASP tradicional, mas também a hibridização do GRASP com a heurística *path-relinking* podem se beneficiar da incorporação de um processo de mineração de dados para extrair padrões de soluções sub-ótimas, a fim de orientar de forma mais eficiente à busca de melhores soluções. Foram aplicadas três versões híbridas do GRASP. Na primeira delas, denominada GRASP-PR, a religação de caminhos é usada após cada iteração GRASP, ligando a solução obtida da busca local com uma solução do conjunto de elite. A segunda versão, denominada DM-GRASP-PR é composta de duas fases: (1) execução de n iterações GRASP para obtenção do conjunto de elite; (2) nesta fase, denominada híbrida, são executadas novamente n iterações GRASP. A terceira versão apresentada, denominada MDM-GRASP-PR, difere da anterior pelo fato de o processo de mineração de dados não ser executado apenas uma vez, mas toda a vez que o conjunto de elite se torna estável. Os resultados experimentais mostraram que a primeira versão da estratégia híbrida proposta, chamada DM-GRASP-PR, foi capaz de obter as melhores soluções em menos tempo computacional do que o GRASP original com religação de caminho. O MDM-GRASP-PR obteve resultados ainda melhores do que o DM-GRASP-PR.

A descoberta de conhecimento em bases de dados, é um processo não trivial de descoberta de padrões válidos, novos, úteis e acessíveis (FAYYAD *et al.*, 1996). Em outras palavras, trata-se de um processo de extração de informação a partir de dados de uma base de dados, que contenha um conhecimento implícito, inicialmente desconhecido, compreensível e potencialmente útil.

Segundo Fayyad *et al.* (1996), o processo KDD é composto de cinco etapas a saber: seleção dos dados; pré-processamento e limpeza dos dados; formatação ou transformação dos dados; Mineração de Dados; interpretação e avaliação dos resultados. A sequência destas etapas pode ser observada na Figura 1

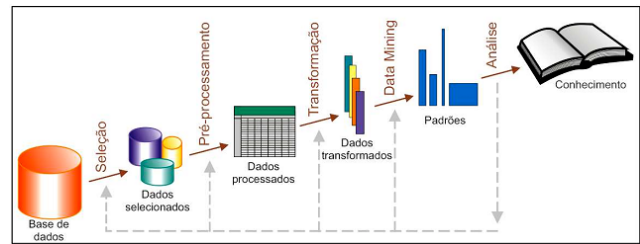


Figura 1 - Etapas do processo KDD, adaptada de Fayyad *et al.* (1996)
Fonte: Góes, 2012.

A quarta etapa deste processo é a Mineração de Dados (DM) que é a mais importante do processo (STEINER *et al.*, 2006; GÓES, 2012), onde são aplicadas as ferramentas para extrair padrões.

Neste trabalho a tarefa de extrair padrões da base de dados será executada pela meta-heurística baseada no procedimento iterativo GRASP. Cada iteração é composta de duas fases: uma de construção e a outra de busca local (FEO; RESENDE, 1995), (PITSOULIS; RESENDE, 2002) e (RESENDE; RIBEIRO, 2002).

Na fase de construção GRASP, a solução é obtida de forma iterativa, ou seja, a cada iteração desta fase, um elemento é acrescido à solução parcial até obter-se a solução completa. Os candidatos a comporem a solução são obtidos a partir do conjunto de elementos que não comprometem a viabilidade da solução. A avaliação do próximo elemento a compor a solução parcial é feita a partir de uma função de avaliação gulosa.

Os elementos melhor avaliados por esta função gulosa (aspecto guloso do algoritmo) compõem a Lista Restrita de Candidatos (LRC), cujo tamanho é definido pelo parâmetro α . A partir da LRC seleciona-se aleatoriamente (aspecto aleatório do algoritmo) o próximo elemento a compor a solução parcial do problema. Na próxima iteração desta fase os elementos que restaram são novamente avaliados e a LRC é atualizada (aspecto adaptativo do algoritmo) e a solução parcial é acrescida de mais um elemento, até que a solução esteja completa.

III. META-HEURÍSTICA BASEADA NO PROCEDIMENTO GRASP PARA A EXTRAÇÃO DE REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO

O algoritmo proposto neste trabalho se baseia na meta-heurística GRASP, assim é composto de duas fases: a primeira trata da construção da regra e a segunda realiza uma busca local. Seu objetivo é extrair um conjunto de regras de classificação que apresentem alto grau de precisão preditiva.

Para avaliar a “qualidade da regra” foram utilizadas duas medidas de desempenho: o fator de suporte e a confiança. O fator de suporte, ou apenas “suporte”, de uma regra representa o percentual de padrões da base de dados que contem o antecedente e o consequente desta regra simultaneamente. A confiança de uma regra indica o

percentual de padrões que contêm o conseqüente dentro do conjunto dos padrões que contêm o antecedente.

Fase de Construção da meta-heurística proposta:

Ao iniciar a fase de construção, o primeiro passo é definir o parâmetro *k* que indica quantos elementos irão compor o conjunto de antecedentes da regra de classificação. A regra inicialmente trata-se de um conjunto vazio. A cada uma das *k* iterações da fase de construção, um elemento é acrescido a regra parcial até obter-se a regra completa, ou seja, *k* elementos como antecedentes da regra que classificam corretamente o atributo conseqüente.

Os candidatos a comporem a regra em construção são obtidos a partir da “Lista Restrita de Candidatos” (LRC), a qual é estabelecida conforme se segue.

Considere o problema de extração de regras de classificação de uma base de dados. Seja $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ um conjunto de elementos a serem acrescidos a uma regra. Define-se $s(a_i)$ o valor do suporte da regra após a inclusão do elemento a_i . Sejam s^{max} e s^{min} , o maior e o menor suporte das regras, respectivamente. A LRC é composta por elementos a_i pertencente a A com os maiores suportes, de maneira que a sua inserção não destrua a viabilidade da regra. A lista fica associada ao parâmetro α cujo valor encontra-se no intervalo $[0,1]$. Os elementos pertencentes à LRC devem gerar, quando inseridos a regra, um suporte maior ou igual a um valor Δ pré-definido com base no parâmetro α . A equação (1) a seguir define Δ para a heurística proposta.

$$\Delta = s^{min} + \alpha (s^{max} - s^{min}) \tag{1}$$

Como se pode observar na equação (1), o parâmetro α determina quão guloso ou aleatório será a inserção de um novo elemento a regra durante a sua construção. Neste caso para α igual a “0” o algoritmo é puramente aleatório, enquanto que para α igual a “1” o algoritmo é puramente guloso.

A partir da LRC seleciona-se aleatoriamente o próximo elemento a compor a solução parcial do problema. Na próxima iteração desta fase os elementos que restaram são novamente avaliados, LRC é atualizada e a solução parcial é acrescida de mais um elemento, até que a solução esteja completa (*k* antecedentes), o que caracteriza o final da fase de construção.

A Figura 2 apresenta o pseudocódigo da fase de construção.

```

Construção Regra GRASP
Regra = { }
K = NrdeElementosdoAntecessor
α = DeterminaTamanhoLRC
Para 1 até k faça:
    Construir a LRC(α)={ai; s(ai) >= Δ};
    r = SeleçãoAleatória(LRCα);
    Regra = Regra U r;
    AtualizaFunçãoGulosa(r)
Fim Para
Retornar Regra
Fim Construção Regra GRASP
    
```

Figura 2 - Pseudo-código da fase de construção da regra aleatória e gulosa
Fonte: o autor.

No final da fase de construção aleatória e gulosa do GRASP, a regra apresentada possui *k* elementos. Na próxima fase do procedimento GRASP para extração de regras de classificação o objetivo é realizar uma busca local nas vizinhanças da regra apresentada na fase anterior a fim de buscar outras regras de boa qualidade.

Fase de Busca Local da meta-heurística proposta:

O processo de busca local da meta-heurística proposta parte de uma regra inicial a qual foi obtida da fase anterior (Fase de Construção) e que conta com *k* elementos no seu antecessor. A cada iteração desta fase gera-se o conjunto de todas as regras obtidas a partir da combinação dos *k* antecessores. Na primeira iteração geram-se todas as regras com “*k-1*” elementos no antecessor da regra; na segunda com “*k-2*”; e assim sucessivamente até estabelecer todas as combinações finalizando com “1” elemento no antecessor. Cada regra gerada é avaliada segundo critérios pré-estabelecidos, ou seja, um suporte e uma confiança mínimos, de maneira que todas as regras geradas que atenderem estes critérios (as quais a partir de agora serão chamadas de regras de boa qualidade) serão arquivadas. O final deste processo iterativo retorna um conjunto de regras de boa qualidade.

A Tabela 1 apresenta um exemplo de todas as regras obtidas na fase de busca local a partir da regra construída na primeira fase do procedimento, que apresenta os elementos {A, B, C, D} como seus antecessores e {S} como sucessor.

Tabela 1- Regras geradas na busca local.

| Tamanho | Antecessores | Sucessor | Regra |
|---------|--------------|----------|-----------------|
| 4 | {A,B,C,D} | {S} | {A,B,C,D} ⇒ {S} |
| 3 | {A,B,C} | {S} | {A,B,C} ⇒ {S} |
| | {A,B,D} | | {A,B,D} ⇒ {S} |
| | {A,C,D} | | {A,C,D} ⇒ {S} |
| | {B,C,D} | | {B,C,D} ⇒ {S} |
| 2 | {A,B} | {S} | {A,B} ⇒ {S} |
| | {A,C} | | {A,C} ⇒ {S} |
| | {A,D} | | {A,D} ⇒ {S} |
| | {B,C} | | {B,C} ⇒ {S} |
| | {B,D} | | {B,D} ⇒ {S} |
| | {C,D} | | {C,D} ⇒ {S} |
| 1 | {A} | {S} | {A} ⇒ {S} |
| | {B} | | {B} ⇒ {S} |
| | {C} | | {C} ⇒ {S} |
| | {D} | | {D} ⇒ {S} |

Pode-se observar a partir da Tabela 1 que para um número de antecessores igual a quatro (*k=4*) o algoritmo proposto para busca local apresenta na primeira iteração todas as combinações possíveis com três integrantes a partir dos quatro antecessores {A,B,C,D}. Na segunda iteração os quatro antecessores serão combinados dois a dois, e na última iteração, as regras são obtidas com antecessores unitários. Observa-se também que para um conjunto de quatro antecessores a fase da busca local apresentará mais 14 regras a serem avaliadas.

A Figura 3 apresenta o pseudocódigo de busca local partindo da regra (Regra) construída na primeira fase da meta-heurística proposta.

Busca Local GRASP

Regra

 $k = \text{Nr de Elementos do Antecessor}$ **Enquanto** $k \geq 1$ **faça**:

Estabelecer todas as Regras possíveis

com $(k-1)$ elementos de Regra;

Avaliar todas as Regras estabelecidas;

Armazenar as Regras de boa qualidade;

 $k = k-1$;**Fim Enquanto**

Retornar Regras Armazenadas

Fim Busca Local GRASP

Figura 3 - Pseudo-código da fase de busca local da proposta

Fonte: o autor.

Ao final da fase de busca local encerra-se uma iteração da meta-heurística baseada em GRASP, proposta no presente trabalho. Uma nova iteração se inicia até que o critério de parada (número de iterações) seja atingido. Cabe ressaltar que cada iteração inicia-se sem levar em consideração os resultados anteriores. Ao final deste processo iterativo estarão arquivadas todas as “regras de boa qualidade” – aquelas que apresentam fator de suporte e confiança acima do pré-estabelecido, conforme definido anteriormente.

A partir das regras que foram pré-selecionadas durante a fase de busca local, em cada uma das iterações do processo, constrói-se um classificador.

O classificador é composto por um conjunto finito de regras sequencialmente dispostas, que tem por objetivo classificar corretamente o maior número possível de padrões. Os padrões que compõem a base de dados serão apresentados um a um a este classificador. Quando o padrão apresentado se enquadra aos antecedentes da regra ele é classificado e retirado do conjunto de dados. Se a sua classe for igual ao sucessor da regra a qual ele se enquadrou significa que ele foi classificado corretamente, caso contrário foi classificado de maneira incorreta.

Diante das inúmeras “regras de boa qualidade” que foram arquivadas durante a execução da meta-heurística proposta, devem-se escolher quais regras serão usadas sequencialmente a fim de o classificador obter maior precisão preditiva. Neste trabalho propõem-se o sequenciamento das regras segundo a sua confiança, ordenando-as neste critério da maior para a menor, de maneira a obter assim maior precisão preditiva.

IV. IMPLEMENTAÇÃO DA META-HEURÍSTICA PROPOSTA EM PROBLEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

Com o objetivo de validar o classificador construído a partir das regras obtidas pela meta-heurística baseada em GRASP apresentada na seção anterior, foi utilizada a base de dados *WINE*, extraída do *Machine Learning Repository* (<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Wine+Quality>).

Trata-se de uma base de dados constituída de 178 instâncias que são o resultado de uma análise química de vinhos derivados de três tipos diferentes de cultivo. Assim, esta base apresenta três classes. A “classe 1” é constituída de 59 padrões, 41 padrões compõem a “classe 2” e 78 a “classe 3”.

A análise química envolve as quantidades de 13 constituintes encontrados em cada um dos três tipos (classes) de vinho. Desta forma, cada registro apresenta 13 atributos: álcool, ácido málico, ash, alcalinidade das cinzas,

magnésio, total de fenóis, flavanoids, fenóis nonflavanoid, proanthocyanins, intensidade da cor, hue, OD280/OD315 de vinhos diluídos e prolina.

A meta-heurística aqui proposta requer que os atributos contínuos sejam representados por meio de valores binários (0 ou 1) (LU *et al.*, 1996), (BAESENS *et al.*, 2003). Para cada atributo se estabelece intervalos entre seu menor e maior valor. Assim, a representação de um atributo de um determinado padrão apresentará valor “1” caso pertença ao intervalo e “0” caso contrário. Trata-se de um processo de discretização. De acordo com Tan *et al.* (2009), a melhor abordagem de discretização é aquela que produz o melhor resultado para a técnica de mineração de dados a ser utilizada. Cada um dos 13 atributos contínuos da base de dados foi discretizado considerando três intervalos de mesma cardinalidade como se pode observar na Tabela 2.

Tabela 2- Atributos Discretizados.

| Atributo | Valor | Cardinalidade | Código |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------|--------|
| A1: álcool | $A1 \leq 12,52$ | 60 | 1 |
| | $12,52 < A1 \leq 13,48$ | 59 | 2 |
| | $A1 > 14,83$ | 59 | 3 |
| A2: ácido málico | $A2 \leq 1,67$ | 60 | 4 |
| | $1,67 < A2 \leq 22,55$ | 59 | 5 |
| | $A2 > 22,55$ | 59 | 6 |
| A3: ash | $A3 \leq 2,46$ | 59 | 7 |
| | $2,46 < A3 \leq 3,23$ | 58 | 8 |
| | $A3 > 3,23$ | 61 | 9 |
| A4: alcalinidade das cinzas | $A4 \leq 18$ | 63 | 10 |
| | $18 < A4 \leq 20,8$ | 55 | 11 |
| | $A4 > 20,8$ | 60 | 12 |
| A5: magnésio | $A5 \leq 91$ | 58 | 13 |
| | $91 < A5 \leq 103$ | 63 | 14 |
| | $A5 > 103$ | 57 | 15 |
| A6: total de fenóis | $A6 \leq 1,93$ | 59 | 16 |
| | $1,93 < A6 \leq 2,61$ | 60 | 17 |
| | $A6 > 2,61$ | 59 | 18 |
| A7: flavanoids | $A7 \leq 1,46$ | 59 | 19 |
| | $1,46 < A7 \leq 2,64$ | 58 | 20 |
| | $A7 > 2,64$ | 61 | 21 |
| A8: fenóis nonflavanoid | $A8 \leq 0,28$ | 57 | 22 |
| | $0,28 < A8 \leq 0,41$ | 61 | 23 |
| | $A8 > 0,41$ | 60 | 24 |
| A9: proanthocyanins | $A9 \leq 1,35$ | 63 | 25 |
| | $1,35 < A9 \leq 1,82$ | 56 | 26 |
| | $A9 > 1,82$ | 59 | 27 |
| A10: intensidade da cor | $A10 \leq 3,7$ | 59 | 28 |
| | $3,7 < A10 \leq 5,64$ | 60 | 29 |
| | $A10 > 5,64$ | 59 | 30 |
| A11: hue | $A11 \leq 0,87$ | 60 | 31 |
| | $0,87 < A11 \leq 1,06$ | 58 | 32 |
| | $A11 > 1,06$ | 60 | 33 |
| A12: OD280/OD315 de vinhos diluídos | $A12 \leq 2,27$ | 59 | 34 |
| | $2,27 < A12 \leq 3,03$ | 60 | 35 |
| | $A12 > 3,03$ | 59 | 36 |
| A13: prolina | $A13 \leq 550$ | 59 | 37 |
| | $550 < A13 \leq 835$ | 60 | 38 |
| | $A13 > 835$ | 59 | 39 |

Testes preliminares serviram de base para estabelecer o número máximo de antecedentes da regra como três ($k = 3$). Os parâmetros utilizados foram alfa igual a 0,5 ($\alpha = 0,5$) e critério de parada 100 iterações.

Como resultado da meta-heurística proposta obteve-se o classificador. A Tabela 3 a seguir apresenta o grupo de treinamento sendo submetido ao classificador.

Tabela 3- Classificador aplicado ao grupo de treinamento.

| | REGRA | Class correta | Class Errada | Restam |
|----|-------------------------|---------------|--------------|--------|
| 1 | SE 1 E 28 ENTÃO 2 | 44 | 0 | 116 |
| 2 | SE 6 E 30 ENTÃO 3 | 21 | 0 | 95 |
| 3 | SE 10 E 39 ENTÃO 1 | 32 | 0 | 63 |
| 4 | SE 5 E 39 ENTÃO 1 | 6 | 0 | 57 |
| 5 | SE 35 E 30 ENTÃO 1 | 3 | 0 | 54 |
| 6 | SE 31 E 34 E 30 ENTÃO 3 | 8 | 0 | 46 |
| 7 | SE 19 E 31 E 38 ENTÃO 3 | 7 | 0 | 39 |
| 8 | SE 13 E 20 ENTÃO 2 | 4 | 0 | 35 |
| 9 | SE 37 E 28 ENTÃO 2 | 6 | 0 | 29 |
| 10 | SE 28 E 13 ENTÃO 2 | 1 | 0 | 28 |
| 11 | SE 29 E 39 ENTÃO 1 | 6 | 0 | 22 |
| 12 | SE 28 ENTÃO 2 | 2 | 0 | 20 |
| 13 | SE 34 E 31 ENTÃO 3 | 3 | 0 | 17 |
| 14 | SE 10 E 3 E 21 ENTÃO 1 | 3 | 0 | 14 |
| 15 | SE 6 E 12 E 19 ENTÃO 3 | 2 | 0 | 12 |
| 16 | SE 1 ENTÃO 2 | 5 | 1 | 6 |
| 17 | SE 36 E 29 ENTÃO 1 | 2 | 0 | 4 |
| 18 | SE 37 ENTÃO 2 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | SE 29 ENTÃO 1 | 1 | 0 | 0 |

A partir do classificador apresentado na Tabela 4 pode-se montar a matriz de confusão.

Tabela 4 - Matriz de confusão grupo de treinamento.

| Classe | 1 | 2 | 3 | Precisão | |
|--------|----|----|----|----------|---------------|
| | | | | Classe | Classificador |
| 1 | 54 | 0 | 0 | 54/54 | |
| 2 | 0 | 64 | 0 | 64/64 | 158/160 |
| 3 | 0 | 2 | 40 | 40/42 | |

Observa-se que o classificador apresenta uma precisão preditiva de 98,8%, para o grupo de treinamento.

As mesmas regras obtidas no conjunto de treinamento foram aplicadas ao conjunto de testes obedecendo a mesma sequência.

Tabela 5 - Matriz de confusão grupo de teste.

| | REGRA | Class correta | Class Errada | Restam |
|----|-------------------------|---------------|--------------|--------|
| 1 | SE 1 E 28 ENTÃO 2 | 2 | 0 | 16 |
| 2 | SE 6 E 30 ENTÃO 3 | 3 | 0 | 13 |
| 3 | SE 10 E 39 ENTÃO 1 | 4 | 0 | 9 |
| 4 | SE 5 E 39 ENTÃO 1 | 1 | 0 | 8 |
| 5 | SE 35 E 30 ENTÃO 1 | 0 | 0 | 8 |
| 6 | SE 31 E 34 E 30 ENTÃO 3 | 0 | 0 | 8 |
| 7 | SE 19 E 31 E 38 ENTÃO 3 | 2 | 0 | 6 |
| 8 | SE 13 E 20 ENTÃO 2 | 1 | 0 | 5 |
| 9 | SE 37 E 28 ENTÃO 2 | 1 | 0 | 4 |
| 10 | SE 28 E 13 ENTÃO 2 | 0 | 0 | 4 |
| 11 | SE 29 E 39 ENTÃO 1 | 0 | 0 | 4 |
| 12 | SE 28 ENTÃO 2 | 0 | 0 | 4 |
| 13 | SE 34 E 31 ENTÃO 3 | 0 | 0 | 4 |
| 14 | SE 10 E 3 E 21 ENTÃO 1 | 0 | 0 | 4 |
| 15 | SE 6 E 12 E 19 ENTÃO 3 | 0 | 0 | 4 |
| 16 | SE 1 ENTÃO 2 | 2 | 0 | 2 |
| 17 | SE 36 E 29 ENTÃO 1 | 0 | 0 | 2 |
| 18 | SE 37 ENTÃO 2 | 0 | 0 | 2 |
| 19 | SE 29 ENTÃO 1 | 0 | 2 | 0 |

A Tabela 5 apresenta o classificador aplicado ao conjunto de testes. A partir do classificador pode-se montar a matriz de confusão para o grupo de teste, apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Matriz de confusão grupo de teste.

| Classe | 1 | 2 | 3 | Precisão | |
|--------|---|---|---|----------|---------------|
| | | | | Classe | Classificador |
| 1 | 5 | 0 | 0 | 5/5 | |
| 2 | 1 | 6 | 0 | 6/7 | 16/18 |
| 3 | 1 | 0 | 5 | 5/6 | |

A partir da matriz de confusão apresentada na Tabela 6 observa-se uma precisão preditiva no conjunto de teste de 88,9%.

A avaliação da meta-heurística proposta foi realizada pelo procedimento *k-fold-cross-validation* (com k = 10). Embora este processo seja computacionalmente caro, fornece uma ampla exploração das características do conjunto de dados (WEISS E KULIKOWSKI, 1991). A Tabela 7 apresenta a média, a mediana e o desvio padrão da precisão preditiva, tanto no conjunto de treinamento como no conjunto de teste.

Tabela 7 – Resultados da meta-heurística.

| | Precisão Preditiva | | |
|-------------|--------------------|---------------|---------|
| | Média | Desvio Padrão | Mediana |
| Treinamento | 0,941 | 0,028 | 0,941 |
| Teste | 0,981 | 0,09 | 0,981 |

Com o objetivo de avaliar o desempenho da meta-heurística proposta, foram estabelecidas comparações com três algoritmos envolvendo a técnica de árvores de decisão a partir do *software* WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*): BFTree, REPTree e J4.8. Cabe ressaltar que todos os testes, seja utilizando a meta-heurística proposta, ou os algoritmos a partir do *software* WEKA, utilizaram-se dos mesmos conjuntos de dados.

A Tabela 8 apresenta o número de instâncias classificadas correta e incorretamente para todos os algoritmos.

Tabela 8 - Classificação das instâncias segundo os algoritmos aplicados

| | BFTree | REPTree | J4.8 | Proposta |
|---|--------|---------|------|----------|
| Instâncias classificadas corretamente | 160 | 168 | 167 | 174 |
| Instâncias classificadas incorretamente | 18 | 10 | 11 | 4 |

Como pode-se observar a partir da Tabela 8, a meta-heurística proposta apresentou melhores resultados, ou seja, classificou corretamente um número maior de padrões quando comparados aos algoritmos de árvore de decisão.

Comparou-se também as precisões das classificações dentro de cada uma das classes e também do classificador de cada uma das aplicações estabelecidas. Os resultados apresentam-se na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 - Comparativo da precisão dos algoritmos aplicados.

| Algoritmos | Precisão(%) | | | |
|------------|-------------|------|------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | Classificador |
| BFTree | 91,5 | 90,1 | 87,5 | 89,9 |
| RepTree | 94,9 | 94,4 | 93,4 | 94,4 |
| J4.8 | 98,3 | 94,4 | 87,5 | 93,8 |
| Proposta | 100 | 98,6 | 93,4 | 97,8 |

A partir desta tabela foi elaborado o gráfico de comparação entre as precisões apresentadas dentro de cada classe, como pode ser observado na Figura 4, enfatizando a superioridade da meta-heurística proposta neste artigo.

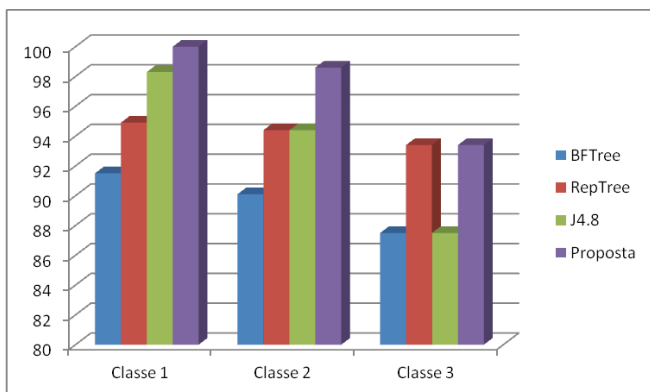


Figura 4 - Gráfico comparativo entre as precisões apresentadas dentro de cada classe

A Figura 5 apresenta o gráfico das precisões do processo como um todo, ou seja, uma comparação entre as precisões dos classificadores de cada algoritmo.

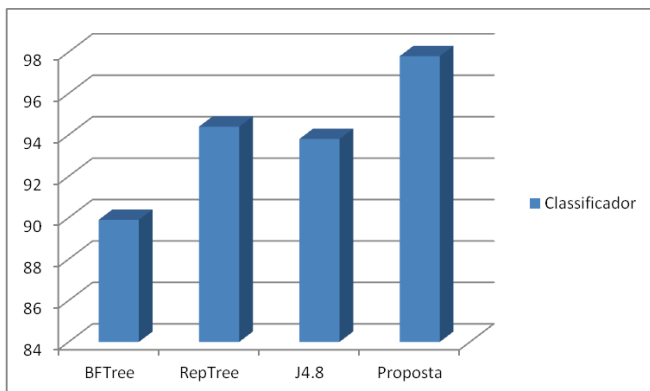


Figura 5 - Gráfico de comparação entre as precisões dos classificadores

A partir da Tabela 8 bem como das figuras 4 e 5 conclui-se que a meta-heurística proposta no presente trabalho apresenta melhor precisão preditiva não somente no classificador, mas também em todas as classes.

V. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma meta-heurística inédita baseada no procedimento GRASP, com o objetivo de extrair regras de classificação de bases de dados, e a partir destas regras construir um classificador com elevada precisão preditiva, conforme a aplicação apresentada e outras que estão em desenvolvimento.

O objetivo proposto foi atingido como pode ser observado na Tabela 7 que apresenta a média das precisões preditivas iguais a 98,1% e 94,1% para os grupos de treinamento e teste respectivamente.

Na comparação com a técnica árvores de decisão, a meta-heurística proposta apresenta resultados muito superiores aos demais algoritmos, não somente na quantidade de padrões classificados corretamente, mas também na precisão dentro das classes, como pode ser observado nas tabelas 8 e 9.

Diante dos resultados obtidos a partir dos testes executados, nota-se que a meta-heurística proposta apresenta os requisitos básicos para executar a tarefa de *Data Mining*, mais especificamente, a tarefa de extração de regras de classificação.

VI. REFERÊNCIAS

- BAESENS, B.; SETIONO, R.; MUES, C. & VANTHIENEN, J. (2003). *Using Neural Network Rule Extraction and Decision Tables for Credit-Risk Evaluation*. Management Science Informs, vol. 49, nº 3, p. 312-329.
- BARBALHO, H.; ROSSETI, I. C. M.; MARTINS, S. L. & PLASTINO, A. *A Hybrid Data Mining GRASP with Path-Relinking*. XLIII SBPO, Ubatuba, SP, Ago. 2011.
- FAYYAD, U. M.; PIATETSKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. & UTHRUSAMY, R. *Advances in knowledge Discovery & Data Mining*. California: AAAI/MIT, 1996.
- FEO, T. & RESENDE, M. *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures*. Journal of Global Optimization, v. 6, n. 2, p. 109133, 1995.
- FONSECA, E. R.; FUCHSHUBER, R.; SANTOS, L. F. M.; PLASTINO, A. & MARTINS, S. L. *Explorando a Metaheurística Híbrida DM-GRASP para o Problema de Multicast Confiável*, XL SBPO, João Pessoa, PB, set. 2008. <<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Wine+Quality>> -Acesso em 01/10/2013.
- GÓES, A. R. T. *Uma metodologia para a criação de Etiqueta de Qualidade no contexto de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados: aplicação nas áreas elétrica e educacional*. Curitiba, PR, 2012. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná.
- LU, H.; SETIONO, R. & LIU, H. (1996). *Effective Data Mining Using Neural Networks*. IEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 8, nº 6, p.957-961.
- PITSOULIS, L. & RESENDE, M. *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures*. In: P.M.PARDALOS; M.G.C.RESENDE (Ed.). Handbook of Applied Optimization. [S.l.]: Oxford University Press, 2002. p. 168181.
- RESENDE, M. & RIBEIRO, C. *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures*. In: GLOVER, F.; KOCHENBERGER, G. (Ed.). Handbook of Metaheuristics. [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 219249.
- RESENDE, M. G. C. & SILVA, R. M. A., *Meta-Heurísticas em Pesquisa Operacional*. (Ed) Omnipax, 2013.
- RIBEIRO, M. H. *Incorporando Técnicas de Mineração de Dados à Metaheurística GRASP*, Niterói, RJ 2005. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense.
- SEMAAN, G. S. & OCHI, L. S. *Uma heurística baseada em GRASP para a extração de associações em bases de dados*, XIV SPOLM, set. 2011.

STEINER, M. T. A.; SOMA, N.Y.; SHIMIZU, T.; NIEVOLA, J.C. & STEINER NETO, P. J.; Abordagem de um problema médico por meio do processo de KDD com ênfase à análise exploratória dos dados. *Gest Prod.* 2006; 13(2):325-37

TAN, P.; STEINBACH, M.; KUMAR, V. Introdução ao *Data Mining – Mineração de Dados*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna. p. 900, 2009.

WEISS, S. M. & KULIKOWSKI, C. A. *Computer Systems that Learn - Classification and Prediction Methods from Statistics, Neural Nets, Machine Learning, and Expert Systems*, San Francisco: Morgan Kaufmann. (1991)

VII. COPYRIGHT

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

PROGRAMMING PLANTATION LINES ON DRIVERLESS TRACTORS

ANTONIO ELIAS FABRIS ¹; MARCELO ZANCHETTA DO NASCIMENTO ²; VALÉRIO RAMOS BATISTA ³

1 – UNIVERSITY OF SÃO PAULO; 2 – FEDERAL UNIVERSITY OF UBERLÂNDIA; 3 – FEDERAL UNIVERSITY OF ABC

aefabris@gmail.com

Abstract - Recent advances in Agricultural Engineering include image processing, robotics and geographic information systems (GIS). Some tasks are still accomplished manually, like drawing plantation lines that optimize productivity. Herewith we present an algorithm to find the optimal plantation lines in linear time. The algorithm is based upon classical results of Geometry which enabled a source code with only 573 lines. We have implemented it in Matlab for sugar cane, and it can be easily adapted to other crops like coffee, maize and soy.

Keywords: Plantation Lines. Optimization. Geometry. Algorithms.

I. INTRODUCTION

The spread of technological resources have been improving almost all human activities: Education, Medicine, Architecture, etc. Regarding the sectors of the Economy, they are all increasingly dependent on cutting-edge technology. From top to bottom, they run from the Quinary Sector (top executives in government, healthcare, media) to the Primary Sector (mining, farming, fishing, agriculture).

Any economic activity is classified in one of these sectors. For instance, Engineering belongs to the Secondary Sector. By the way, we would like to comment on Electronic Engineering for two reasons: it is the source of Technology itself, and also an example in which Technology is self-applied. For instance, electric circuits designed through Very-large-scale integration (VLSI) are composed of *millions* of terminals. It is impracticable to design and test these circuit projects without the help of specific software. See (DAVIS and PALAMADAI NATARAJAN 2010) for an example.

In the case of Agriculture there are innumerable examples in which modern technology is applied. For instance, robotics (TANIGAKI *et al.* 2008) image processing (BAKKER *et al.* 2008, GIUDICEANDREA *et al.* 2011) and GIS (MAYNARD *et al.* 2014, PICOLI *et al.* 2013).

However, some tasks are still accomplished manually. This is the case of finding the ideal plantation lines for certain crops like sugar cane, maize, coffee and soy. Sugar cane is particularly important for two reasons. First because its annual production is concentrated by three leading countries: Brazil, India and China. In million of tonnes they

yield ca. 700, 300 and 100, respectively. Second because this crop is an important source of ethanol fuel as a substitute to petrol.

1.1 Ideal Plantation Lines

Herewith we present an algorithm to draw ideal plantation lines for sugar cane. It can be adapted to other crops, but its implementation was specially devoted to programming the plantation lines on driverless tractors that groove, plant and harvest the sugar cane. In order to optimize productivity, the following conditions must be satisfied:

1. the tractor cannot slant up or down more than 5° while driving;
2. the tractor cannot make curves that are under 50m in radius;
3. two neighbouring grooves must be 3m distant from each other;
4. there must be the least possible number of plantation lines;
5. on a sloping land the extremities of each plantation line must lie above some of its interior stretches.

Such conditions are based on machine and agricultural restrictions. Conditions (1) and (2) prevent the tractor from turning over, whereas (3) and (4) yield the maximum amount of sugar cane within the plot that minimize tractor manœuvres from one plantation line to the other. These manœuvres are performed at the boundary of the plot. Finally, condition (5) guarantees that rain water will flow to the inside of the plot. Namely, on a sloping land plantation lines should *never* coincide with level curves. Otherwise the water will puddle in the grooves.

1.2 Main Contributions of This Paper

To the best of our knowledge, an algorithm that solves the proposed problem was never published before. One of the reasons come from conditions (2) and (3). Since plantation lines are parallel, we can begin with some of them that satisfy (3) but further parallels risk having osculating circles with radii lesser than 50m. So back-and-

forth tests are required and they normally result in a tedious manual process of trial-and-error. We reduce the problem to a robust algorithm which has linear time complexity.

Another reason is that in practice about 50% of the plots are *concave* regions. On the one hand, we have obtained a programme that works automatically for convex plots, and the users intervene only for concave plots, in which case they have to decide very little. This characterizes a semi-supervised algorithm. On the other hand, we believe that an unsupervised algorithm, if it ever can be found, would unnecessarily increase the complexity of the programme. The difficulty in developing such a method would make the ratio cost/benefit considerably high.

Finally, although condition (3) implies that the manual drawing of a single plantation line is enough to determine all of them, the optimization problem cannot be solved automatically unless we equate the terrain. Its topography is given as a datafile of coordinates, which are graphically rendered by commercial software of Computer-Aided Design (CAD). Our algorithm includes a quick 2D-interpolation of these coordinates and we work on a terrain equated by the graph of a polynomial $z(x,y)$. By the way, it is worthwhile to mention that most CAD/CAM commercial softwares devoted to agriculture can easily integrate our programme.

II. PREPARING THE INPUT DATA

2.1 Obtaining the Topography

Typically, GIS can be used to locate points in a region. However, in the case of plantations we need more accurate data. Hence GIS is useful for fixing a standard meridian and parallel of the Earth, and they will be referential for the x and y coordinates, respectively.

Precise (x,y,z) coordinates of the terrain are then obtained by an unmanned aerial vehicle (UAV). They are stored in a datafile named `level_curves<n>.txt`, where n labels a specific terrain. Our programme is compressed in the file `tml.zip` that also contains 5 different examples of terrains. Some consecutive lines of `level_curves3.txt` are shown in Table 1.

Table 1. Some Consecutive Lines of a Terrain Datafile

| | | |
|-----------|------------|--------|
| 510662.36 | 7920042.53 | 100.00 |
| 510658.26 | 7920032.13 | 100.00 |
| 510700.36 | 7920086.57 | 99.00 |
| 510689.00 | 7920058.88 | 99.00 |
| 510681.14 | 7920035.64 | 99.00 |
| 510668.97 | 7920004.84 | 99.00 |
| 510664.13 | 7919995.51 | 99.00 |
| 510662.18 | 7919992.77 | 99.00 |
| 510722.89 | 7920088.81 | 98.00 |
| 510707.74 | 7920051.87 | 98.00 |

From Table 1 we see that level curves are ordered by the representing height.

The plot boundary is in fact a polygon, of which the (x,y) -vertices are stored in `plot<n>.txt` (n must refer to the same previous number). Our file `tml.zip` also contains the corresponding 5 different plots. A plot-file is like a level curves-file, except for having far fewer points and only two columns (the representing height is omitted).

2.2 Equating the Terrain

There are many well-known algorithms devoted to 2D-polynomial interpolation. In Matlab the function `interp2` makes use of some methods as the C^2 cubic spline (see (De BOOR and RON 1992)) and the C^1 cubic convolution (see (KEYS, 1981)). They result in smooth 2D-functions that are piecewise defined by 2D-polynomials.

Usually the input level curves-files obtained by the UAV contain points in hundreds for an accurate numerical description of the terrain. However, we just need a sample of these points because a plantation area has to be quite regular. Indeed, in practice any plot can be confined to a square of edglength $700m$. By calling the highest and the lowest level of a plot H and L respectively, then we must have $0 \leq H - L \leq 40m$.

Moreover, the plot ought not to be hilly and therefore both ways along the plot boundary from H to L should be monotonically decreasing. This last condition is however just recommendable. We shall see some plots that violate it.

Anyway, the regularity of a plot extends to the terrain. This is because the UAV flies over a rectangular area that is just big enough to contain the plot. Therefore, the (x,y) -coordinates within any level curves-file fit in a rectangle. See our 2D-rendering of `level_curves1.txt` in Figure 1.

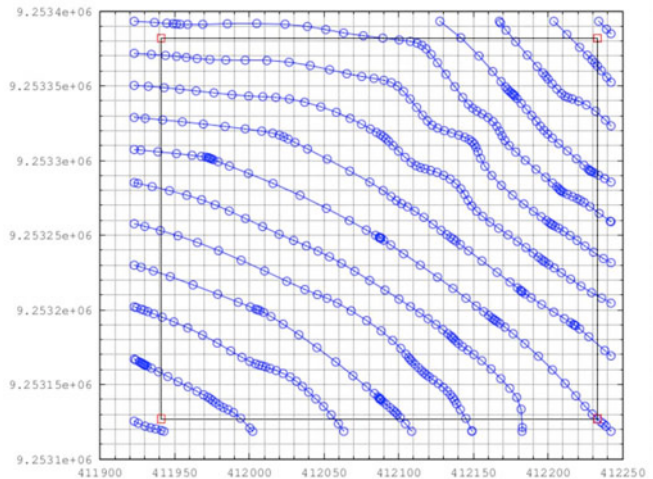


Figure 1- 2D-rendering of a level curves-file

In Figure 1 each tiny circle is centred at a certain (x,y) of the data file. Connected circles have the same z -coordinate. This example has a very simple plot, which is the inner rectangle from $x=411,940.91$ to $x=412,232.99$ and from $y=9.25313e6$ to $y=9.25338e6$. Vertices of a plot are always marked with tiny squares.

As explained before, we just need to interpolate a sample of the (x,y,z) -points. In our programme the extreme coordinates of the terrain are called $Xmax$, $Xmin$, $Ymax$ and $Ymin$. In practice, we get a 2D-polynomial out of a subgrid of at most $5 \times 5 = 25$ points equally spaced in $[Xmin, Xmax] \times [Ymin, Ymax]$.

Hence the subgrid is an $N \times M$ matrix, and for each point $(x(i,j), y(i,j))$ of the subgrid there is a closest pair (x,y) in the level curves-file, where $1 \leq i \leq N \leq 5$ and $1 \leq j \leq M \leq 5$. We take its corresponding z to define $Z(i,j)$. Finally, we get the terms of our polynomial $z(x,y)$ as

$q(i, j)x^{M-j}y^{N-i}$, where the coefficients $q(i, j)$ are obtained in Algorithm 1.

ALGORITHM 1: Obtaining the coefficients $q(i, j)$

Input: M,N,x,y,Z
Output: q
for i=1:N **do**
 p(i,:)=polyfit(x(i,:),Z(i,:),M-1);
end
for j=1:M **do**
 q(:,j)=polyfit(y(:,j),p(:,j),N-1);
end

Notice that we use the Matlab function polyfit twice in order to get a single 2D-polynomial $z(x,y)$. Of course, polyfit is devoted to 1D-interpolation. However, its double application is feasible because we have at most 25 points.

Figures 2 and 3 were obtained from level_curves1.txt, and they exemplify how well the input data are reproduced by Algorithm 1.

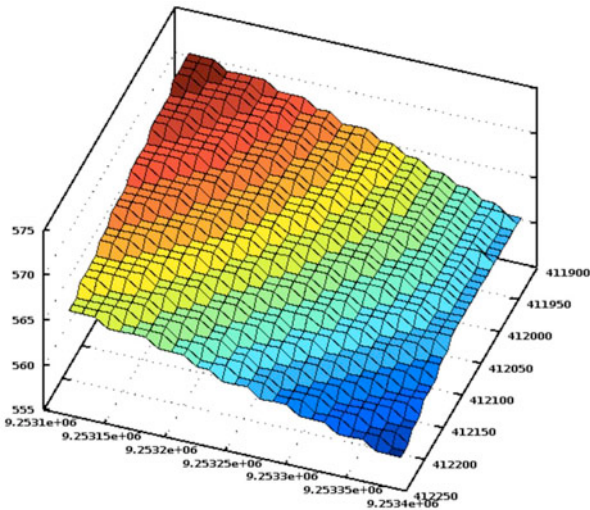


Figure 2 - 3D-rendering of a level curves-file

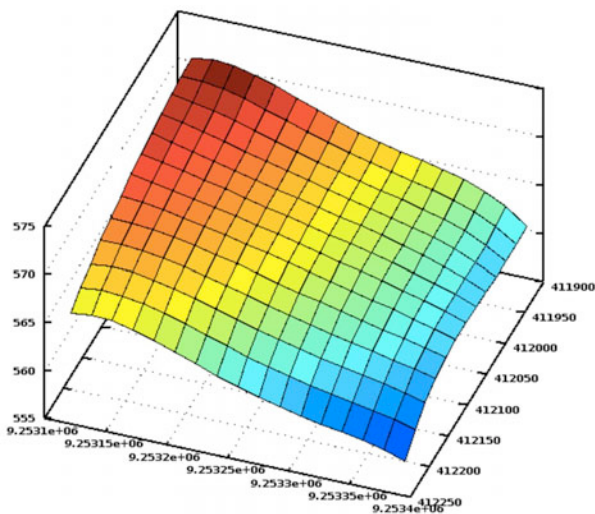


Figure 3 - Plotting the polynomial $z(x,y)$ with the Matlab function surf(x,y,z)

III. THE MASTER LINE

As remarked in the Introduction by condition (3), which is due both to agricultural and machine reasons,

plantation lines should be parallel. Thus a single plantation line determines all the others. In the case of sugar cane, neighbouring plantation lines must be $3m$ distant from each other.

Because of condition (2), namely “the tractor cannot make curves that are under $50m$ in radius”, we could start with a small curve that clings to the plot boundary. If it is an arc C (of circumference) with radius $50m$, then all parallel lines will be wider.

Suppose that the plot boundary verifies a special condition explained in Subsection 2.2, namely “both ways along the plot boundary from H to L are monotonically decreasing”. Thus C should go round H , but even in this case there are infinitely many choices of an arc like that.

This contrasts with condition (4): “there must be the least possible number of plantation lines”. Hence our strategy is to trace the longest plantation line that passes through the middle of the plot under conditions (1)-(5). This will be called *the master line*.

Due to condition (1), there must be little variation of the z -coordinate along the master line. In particular, condition (5) must hold. After having drawn our first choice, we can gradually perturb our master line in order to obtain the least number of parallels, as required by condition (4).

One detail that we have omitted so far: even on the most modern driverless tractors you still cannot programme a 3D-plantation line. This is just because the plot region must have a gentle slope. Moreover, condition (1) implies that the master line is almost planar. Therefore, if you programme a 2D-line on the tractor it will already follow a 3D-way by crossing the level curves.

Mathematically, the master line can be defined as a smooth regular curve $C:[0,l] \rightarrow R^2$, where l is its length. Without loss of generality, $C(t)=(x(t),y(t))$ is parametrized by its arclength. Its osculating circle has radius greater than 50 for all $t \in [0,l]$. This implies that the parallels $C(t)+s(-y'(t),x'(t))$ are smooth and regular for $-50 < s < 50$.

Now one must take enough parallels to cover the whole plot and guarantee that in its inside none of them will have an osculating radius under 50 . It is indeed a laborious task in the case of a general curve C .

But suppose that $[0,l]$ admits a partition $0 < l_1 < l_2 < \dots < l_k = l$ such that the restriction of C to the sub-intervals is an arc of circumference. Two consecutive arcs must be tangent because C is smooth. We call it *arc-piecewise* (apw). In this case, a classical result of Geometry states that all parallels to C are also apw and their osculating centres will remain fixed. See Figure 4.

If a curve is apw, its osculating radius is always the same of the local arc. In our programme we obtain a master line that is apw. Since its parallels have all the same osculating centres, we first guarantee that none of them is in the plot. Afterwards we take the one with minimum distance d to the plot. If $d < 50$ we gradually widen the corresponding arc of C until that centre is sufficiently moved away, namely $d \geq 50$. The process is repeated until all centres are farther than 50 from the plot.

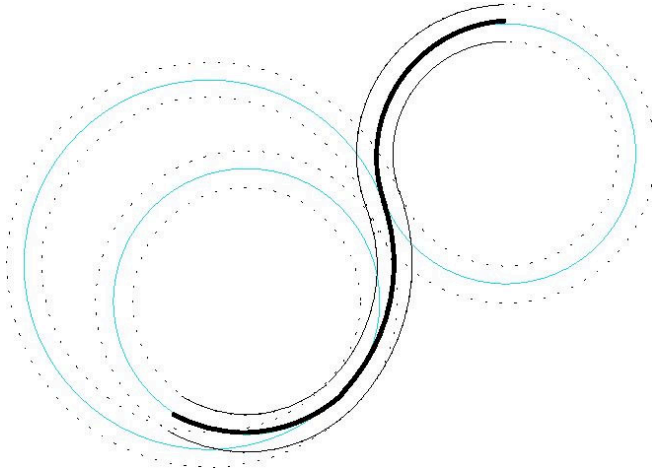


Figure 4 - Parallel curves to an apw-master line

This procedure is easy to implement when the master line consists of a single arc. We can just fix an internal point of the arc and change its extremities a bit towards alignment. Such a task will be called “compute new extremities” in Algorithm 3 (see below).

IV. COMPUTING THE MASTER LINE FOR A CONVEX PLOT

As described in Section 3, the master line is the longest plantation line that passes through the middle of the plot under conditions (1)-(5). Herewith we explain our algorithm for the case of a convex plot. Concave plots will be discussed in Section 5.

The vertices of the plot are stored in the variable pts. They determine a polygon, which is the boundary of the plot. We need to go round the polygon and find the points that attain H and L . If there are more than two, we take the pair with the farthest detachment.

In order to inspect several points of the boundary, we go round it at a pace of at most $10m$ step. All these step-points are stored in the variable Pts, which contains pts.

The corresponding z -values on Pts are computed via the 2D-polynomial $z(x,y)$ and stored in zc . We have $H=\max(zc)$ and $L=\min(zc)$ attained at Pts(h) and Pts(l), respectively. The “middle of the plot” is then mp, as in Algorithm 2. The interpolating polynomial $z(x,y)$ at mp gives z_p , and then we look for another two points on the boundary that are at level z_p+de and are the farthest from each other. We begin with $de = 2$ because in practice more than $2m$ already violates condition (1).

ALGORITHM 2: Obtaining the middle point of the plot

Input: H,L,Pts,z
Output: mp,zp
 $zc=z(\text{Pts});$
 $[L,l]=\min(zc);$
 $[H,h]=\max(zc);$
 $mp=(\text{Pts}(h)+\text{Pts}(l))/2;$
 $zp=z(mp);$

Once we get these three points, a prototype of the master line is ready for us to begin with. Such a prototype is never shown to the user, but it is exemplified by plot3.txt in Figure 5.

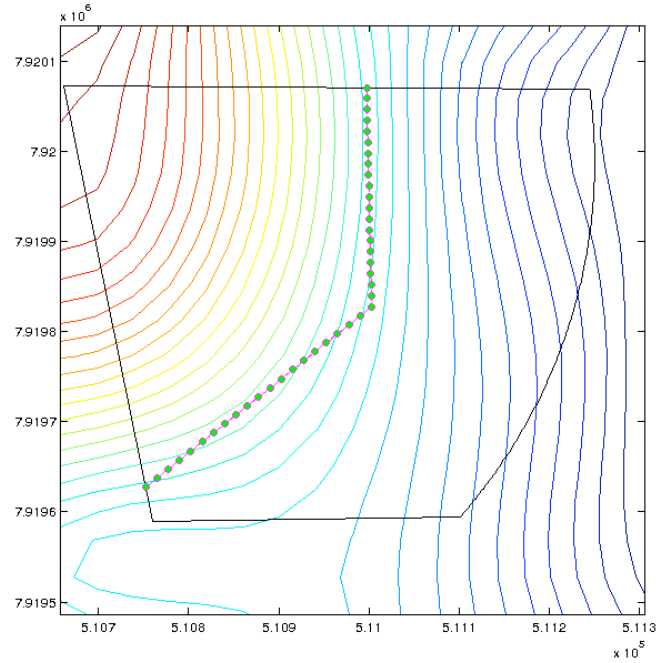


Figure 5 - A prototype of the master line

The level curves in Figure 5 are of the polynomial $z(x,y)$, not of the level curves-file. Our programme always shows both in separate windows for comparison.

The initial choice $de = 2$ also guarantees that the three strategic points of the prototype will never be collinear (mp and the extremities). Hence, they determine an arc of circumference. This arc is then adjusted to optimize the master line according to conditions (1)-(5) as described in Algorithm 3. Of course, we use condition (3) in order to count the number of plantation lines that cover the plot. This number is stored in the variables nbf and naf, which count it before and after the while-loop, respectively.

ALGORITHM 3: Optimizing the master line

Input: de, master line, Pts
Output: optimized master line
 $nbf = 999; naf = 999;$
 $c = \text{centre of master line};$
 $d = \min |c - \text{Pts}|;$
while ($(d < 50$ or $naf \leq nbf$) and $de > 0$) **do**
 $nbf = naf;$
 $de = de/2;$
 compute new extremities;
 $c = \text{centre of new master line};$
 $d = \min |c - \text{Pts}|;$
 $naf = (\max |c - \text{Pts}| - d)/3;$
end
if $\max | \text{angle} | \leq 5^\circ$ **then**
 master line = optimized master line;
else
 printf(“Angle Not OK”);
end

In the next section we shall apply Algorithm 3 again. Profiting from already implemented codes is another reason why our programme was written with only 573 lines.

V. COMPUTING THE MASTER LINE FOR A CONCAVE PLOT

As explained in Section 4, the plot boundary is a polygon. Its vertices are stored in the variable `pts`. From classical Geometry we know that a set is convex exactly when it coincides with its convex hull. Our sub-programme `cvxhull` computes it for `pts`. If the sets do not coincide, then the plot is concave.

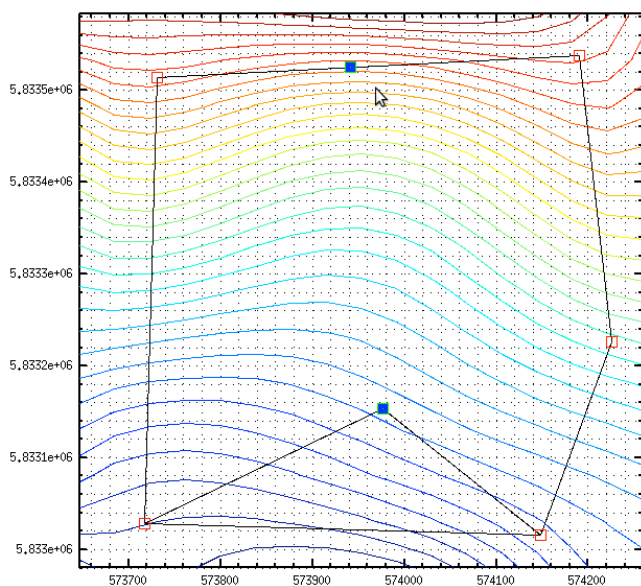


Figure 6 - Choosing strategic points to subdivide the plot

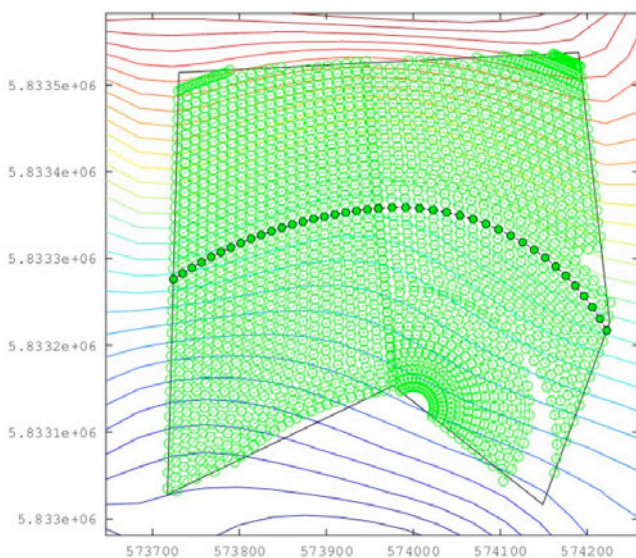


Figure 7 - A bad choice of extra points from Figure 6

It is worthwhile commenting that `cvxhull.m` has only 30 lines of source code. As a matter of fact, this is mostly due to the plots being handled in 2D. Generating the convex hull of a spatial set is far much harder a task (see (GAO *et al.* 2013)).

Concave plots can be subdivided into two or more convex regions. It is precisely at this moment that our programme asks the user to intervene. They have to choose strategic points that subdivide the plot into “nice” convex

regions. Intuitively, “nice” means that we should get an apw-master line that verifies conditions (1)-(5) for the plot as a whole.

Namely, there are infinitely many ways of subdividing the plot into convex regions. However, instead of considering them separately, they must be viewed as parts of an entire plot. Since this is highly intuitive we do believe that unsupervised methods will fail to make good subdivisions.

In practice the user will have to select at most three pairs of points. It is done by clicking the the mouse on chosen points of the polygon. This task becomes trivial with time, but the user can save the chosen points as soon as a good subdivision is found. Figure 6 exemplifies this task on `level_curves2.txt` with a very simple concave plot.

The choice from Figure 6 resulted in a bad master line, as depicted in Figure 7.

That is why we have not saved the chosen points. After some tries the best choice was finally found and stored in `eplot2.txt` (contained in our zip-file).

VI. CONCLUSIONS

We hope to have contributed with the semi-automation of a task that has been performed manually for many decades. Of course, our programme has limitations and `level_curves4.txt` shows an example.

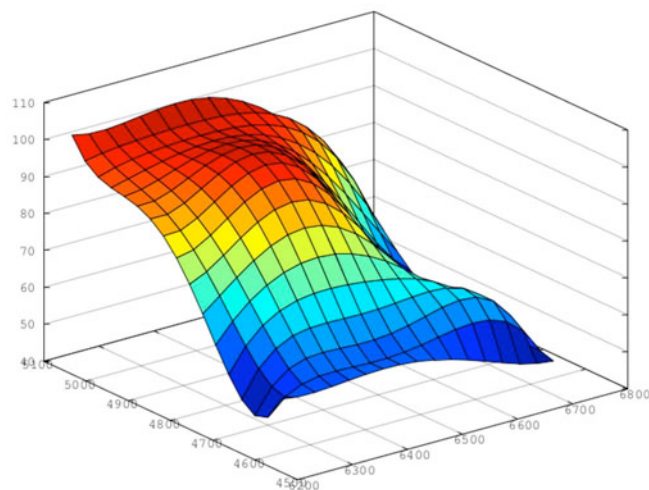


Figure 8 - A slight hill inside the plot

However, Figure 8 indicates a problem that commonly remains unsolved even if tackled manually by good experts: the inside of the plot is hilly. In practice, such a plot is subdivided in two subplots by a lane and the tractor has to perform manoeuvres on the lane when it passes from one region to the other.

It is still unclear whether the ideal lane can be found by a computer programme. As a matter of fact, we believe that some tasks will ever remain to be accomplished manually. This is not exclusive to Agriculture. For instance, Computer Aided Diagnosis (CAD) has been an indispensable help in Medicine for many decades already. In the case of digital(ized) mammographies, CAD systems can detect and classify nodules as normal, benign or malignant, this latter

being the only kind that requires extraction. The automatic classification makes use of several techniques. One of them is the Wavelet Transform (see (TASWELL and MCGILL 1994)).

Anyway, no matter how good CAD systems are, they in fact serve as tool to supplementary analysis that helps radiologists achieve preciser diagnoses. The ultimate conclusions must still rely on these professionals. For details, see (NASCIMENTO et al. 2013, RAMOS et al. 2012, JACOMINI et al. 2012, PEREIRA et al. 2009).

VII. REFERENCES

Michelle Cristina Araujo Picoli, Rubens Augusto Camargo Lamparelli, Edson Eyji Sano, Jefferson Rodrigo Batista de Mello, and Jansle Vieira Rocha. 2013. Effect of sugarcane-planting row directions on ALOS/PALSAR satellite images. *GIScience & Remote Sensing* 50, 3 (2013), 349–357.

Tijmen Bakker, Hendrik Wouters, Kees Van Asselt, Jan Bontsema, Lie Tang, Joachim Müller, and Gerrit van Straten. 2008. A vision based row detection system for sugar beet. *Computers and Electronics in Agriculture* 60, 1 (2008), 87–95.

Timothy A. Davis and Ekanathan Palamadai Natarajan. 2010. Algorithm 907: KLU, A Direct Sparse Solver for Circuit Simulation Problems. *ACM Trans. Math. Software* 37, 3 (sep 2010), 36:1–36:17. <http://doi.acm.org/10.1145/1824801.1824814>

Carl De Boor and Amos Ron. 1992. *Computational aspects of polynomial interpolation in several variables*. *Mathematics of Computation* 58, 198 (1992), 705–727.

Mingcen Gao, Thanh-Tung Cao, Ashwin Nanjappa, Tiow-Seng Tan, and Zhiyong Huang. 2013. gHull: a GPU Algorithm for 3D Convex Hull. *ACM Trans. Math. Software* 40, 1 (oct 2013), 3:1–3:19. <http://doi.acm.org/10.1145/2513109.2513112>.

Federico Giudiceandrea, E Ursela, and Enrico Vicario. 2011. A high Speer CTscanner for the sawmill industry. In *17th International Nondestructive Testing and Evaluation of Wood Symposium Sopron*. Sopron Hungary, 14–16.

Ricardo Souza Jacomini, Marcelo Zanchetta Nascimento, Rogério Daniel Dantas, and Rodrigo Pereira Ramos. 2012. Comparison of PCA and ANOVA for Information Selection of CC and MLO Views in Classification of Mammograms. In *Intelligent Data Engineering and Automated Learning - IDEAL 2012*, Hujun Yin, José A. F. Costa, and Guilherme Barreto (Eds.). Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7435. Springer Berlin Heidelberg, 117–126. 978-3-642-32638-7 http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-32639-4_15.

Robert G. Keys. 1981. Cubic convolution interpolation for digital image processing. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing* 29, 6 (1981), 1153–1160.

Daniel S. Maynard, Mark J. Ducey, Russell G. Congalton, John Kershaw, and Joel Hartter. 2014. Vertical point sampling with a digital camera: Slope correction and field evaluation. *Computers and Electronics in Agriculture* 100 (2014), 131–138.

M. Z. Nascimento, A. S. Martins, L. A. Neves, R. P. Ramos, E. L. Flores, and G. A. Carrijo. 2013. Classification of masses in mammographic image using wavelet domain features and polynomial classifier. *Expert Systems with Applications* 40, 15 (2013), 6213–6221.

<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84879043579&partnerID=%40&md5=63480ea97dbd20c82b1290ed0e04184f>.

Rodrigo Pereira Ramos, Marcelo Zanchetta Nascimento, and Danilo Cesar Pereira. 2012. Texture extraction: An evaluation of ridgelet, wavelet and co-occurrence based methods applied to mammograms. *Expert Systems with Applications* 39, 12 (sep 2012), 11036–11047. 0957-4174.

Kanae Tanigaki, Tateshi Fujiura, Akira Akase, and Junichi Imagawa. 2008. Cherry-harvesting robot. *Computers and Electronics in Agriculture* 63, 1 (2008), 65–72.

Carl Taswell and Kevin C. McGill. 1994. Algorithm 735: Wavelet Transform Algorithms for Finite-Duration Discrete-Time Signals. *ACM Trans. Math. Software* 20, 3 (sep 1994), 398–412. ACMSCU 0098-3500 <http://doi.acm.org/10.1145/192115.192156>.

VIII. COPYRIGHT

The authors detain full responsibility for the whole content of this paper.

OBTENÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO ATRAVÉS DO MODELO MATEMÁTICO HIPERCUBO DE FILAS COM PRIORIDADES APLICADO AO SERVIÇO DE ATENDIMENTO EMERGENCIAL MÓVEL EM CURITIBA-PARANÁ

ALESSANDRA MEMARI PAVANELLI¹; DEISE MARIA BERTHOLDI COSTA¹; GENIVAL PAVANELLI¹; MARIA TERESINHA ARNS STEINER¹; PAULO HENRIQUE SIQUEIRA¹

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

alessandracmc@bol.com.br

Resumo - O presente trabalho utilizou o modelo hipercubo de filas com prioridades a fim de analisar as medidas de desempenho do Sistema de Atendimento Emergencial (SAE) móvel na cidade de Curitiba-PR, bem como compará-las com os dados obtidos no sistema. Com o objetivo de analisar as configurações dos sistemas de atendimento médicos, foram calculadas as medidas de desempenho tais como workload dos veículos, tempo de atendimento às vítimas, tempos de viagens dos veículos e frequência de despacho. Analisando essas medidas de desempenho e comparando com o cenário original, poderemos propor novas distribuições dos veículos a fim de viabilizar um menor tempo de atendimento ao chamado de um usuário do sistema. Para ilustrar a aplicação do modelo hipercubo de filas com prioridades, analisamos os resultados de um estudo de caso de uma empresa de atendimento de urgência e emergência da cidade de Curitiba-PR.

Palavras-chave: Modelo Hipercubo de Filas. Medidas de Desempenho. Atendimento de Urgência e Emergência.

I. INTRODUÇÃO

No Brasil, o Ministério da Saúde foi instituído em 25 de julho de 1953 com a Lei nº 1.920, embora sua história tenha iniciado em 1808. O ministério limitava-se apenas a atender os problemas mais importantes da saúde pública, e tratava-se da principal unidade administrativa de ação sanitária do governo. Em 25 de fevereiro de 1967, com a implantação da Reforma Administrativa Federal, o Ministério da Saúde passou a ser o responsável pela formulação e coordenação da Política Nacional de Saúde: atividade médica e paramédica, ação preventiva em geral, vigilância sanitária de fronteira, controle de drogas, entre outras. O Ministério da Saúde passou por diversas reformas ao longo desses anos, destaca-se a determinação, instituída pela Constituição Federal de 1988, da obrigatoriedade do estado garantir saúde a toda a população, nesse momento criou-se o sistema único de saúde (SUS). Outro marco importante foi à aprovação da Lei Orgânica da Saúde pelo Congresso Nacional no ano de 1990.

Sabe-se que a qualidade de vida de uma população está diretamente relacionada ao acesso à saúde de boa qualidade.

Apesar dos avanços, os serviços de saúde no Brasil tanto em áreas urbanas como os prestados nas rodovias, necessitam de novas propostas de hierarquização e regionalização para uma assistência de melhor qualidade, maior rapidez e custos menores. Buscando atender essas necessidades foram criados os Sistemas de Atendimento Emergencial (SAE) das cidades e das rodovias, os quais têm como objetivo socorrer as vítimas, prestando os devidos atendimentos no menor tempo possível. Desta forma, o SAE não poderá admitir fila de espera, pois tem a função de socorrer as vítimas de acidente e transportá-las até o hospital mais próximo, o mais rápido possível.

Neste trabalho serão analisados dados dos serviços de atendimento de urgência e emergência prestada por uma empresa, que iniciou suas atividades em Curitiba-PR no ano de 1992. Sua finalidade é realizar atendimentos as solicitações de socorro fora do ambiente hospitalar com o principal objetivo de reduzir qualquer tipo de sequelas decorrentes da falta de socorro precoce. Seus sistemas operam com políticas de despacho pré-determinadas, como por exemplo, somente um veículo pode ser despachado para atender a um chamado emergencial. Devido a essas características primordiais, modelos matemáticos de localização de facilidades tais como o modelo hipercubo de filas, podem vir a ser uma ferramenta muito útil a fim de direcionar o planejamento de sistemas de saúde emergencial.

Listam-se abaixo trabalhos correlatos ao tema aqui apresentado bem como a abordagem das técnicas com as quais se pretende trabalhar, dentre as quais se ressaltam modelo hipercubo de filas, algoritmo genético e simulação.

No trabalho de Takeda (2000), foi realizada uma análise no sistema de atendimento de urgência e emergência em Campinas, SP. O problema foi tratado com o modelo hipercubo de filas que se mostrou muito eficiente nesse tipo de abordagem, onde o serviço prestado é realizado com uma demanda aleatória e espacialmente distribuída. O modelo gera vários indicadores de desempenho para o sistema, podendo estes ser comparado com o sistema atual. Criaram-se cenários alternativos, novas localizações das

ambulâncias, a fim de avaliar novas medidas de desempenho e verificar a melhor solução em termos de tempo de serviço prestado, já que o tempo é de suma importância nesse tipo de atendimento.

Albino (1994) trata do dimensionamento de um sistema de atendimento as emergências geradas pelas interrupções no fornecimento de energia elétrica. As concessionárias de energia elétrica, em caso de interrupções de energia, necessitam atender a população no menor tempo possível. Esse tempo que têm comportamento aleatório é dado pela soma do tempo de espera, tempo de deslocamento e tempo de execução do serviço. O modelo hipercubo de filas se enquadrou perfeitamente devido sua complexidade geográfica e temporal.

No trabalho de Morabito *et al.* (2001), o objetivo foi analisar o uso e a solução do modelo hipercubo para o caso de servidores não homogêneos (servidores com diferentes tempos médios de serviço). Sistemas com servidores não homogêneos podem ser encontrados em diversas situações reais, como por exemplo, nos Serviços de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) de algumas cidades brasileiras. A importância de se considerar explicitamente a não homogeneidade dos servidores no modelo hipercubo é mostrada inicialmente através de um exemplo ilustrativo. É em seguida demonstrado que a solução para o caso não homogêneo pode ser obtida vantajosamente pelo método de Gauss-Siedel. Este método foi testado para uma rede de 55 vértices disponível na literatura, em modelos com 10 a 17 servidores, variando-se a taxa de ocupação do sistema de 0,1 a 0,9. Finalmente, propõe-se um modelo de regressão para estimar o tempo de processamento necessário para resolver um dado problema.

Morabito, Iannoni (2008) apresentam extensões do modelo hipercubo de filas com algoritmo genético a fim de otimizar a configuração e operação de sistemas de atendimento emergenciais em rodovias. O objetivo de tais procedimentos é inicialmente utilizar um método para localizar as bases de ambulância ao longo da rodovia, e em seguida estender a abordagem para apoiar as duas decisões combinadas, ou seja, localizar as bases das ambulâncias e dimensionar as regiões de cobertura de cada base na rodovia. Foram analisados os resultados de dois estudos de caso em rodovias brasileiras.

O trabalho de Costa (2003) foi realizado junto ao corpo de bombeiros na cidade de Curitiba, PR. O objetivo principal foi propor uma metodologia para determinação de zonas de atendimento para unidades de serviços emergenciais, estabelecendo assim novas posições de localização para as viaturas, de modo que suas áreas de atendimento fossem homogêneas de acordo com algum critério pré-estabelecido. Foram coletadas algumas medidas de desempenho tais como tempo médio de deslocamento até o local do acidente, *workload* média das viaturas entre outras, as quais foram utilizadas a fim de gerar uma estimativa entre o Atendimento Simulado e o Modelo Hipercubo. Foram estabelecidas, através da metodologia proposta, zonas de atendimento para as viaturas que diminuíram os tempos de deslocamento bem como os tempos em fila de espera.

Souza (2010) apresenta um estudo de caso no SAMU de Ribeirão Preto, SP, cujo objetivo foi o de aplicar o modelo hipercubo para considerar fila com prioridade e propor uma abordagem para múltiplas configurações de

localização das ambulâncias, explorando variações importantes da demanda e do serviço ao longo do dia. Vários cenários alternativos foram analisados e os resultados foram muito interessantes, ajudando na tomada de decisão por parte dos operadores do sistema de atendimento da saúde.

A literatura apresenta diversos problemas de localização probabilísticos dos serviços urbanos de emergência, principalmente a partir da década de 60, quando foram definidos os primeiros modelos matemáticos nesse assunto. O modelo hipercubo proposto em Larson (1974), baseado em teoria de filas espacialmente distribuídas, tem se mostrado muito eficaz para analisar todos os tipos de serviços de localização, incluindo os SAEs em rodovias.

O principal objetivo desse trabalho é o de avaliar as medidas de desempenho dos atuais sistemas de atendimentos de urgências e emergências na cidade de Curitiba, através do modelo hipercubo de filas espacialmente distribuídos com prioridade, que considera variações aleatórias dos processos de chegadas e atendimento das chamadas. O modelo matemático fornecerá indicadores de desempenho, os quais serão comparados com os dados reais do sistema a fim de otimizar a operação e configuração desse sistema.

II. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA, LEVANTAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS

A empresa que forneceu os dados para o presente trabalho é a primeira empresa de emergência médica do Brasil, surgiu em 1992 em Curitiba PR, uma das pioneiras da América Latina e tem por finalidade prestar socorro emergencial às pessoas bem como garantir a qualidade no atendimento. Assim, torna-se um desafio constante oferecer um serviço de boa qualidade para a população, com o menor custo possível. O serviço funciona 24 horas por dia e é composto por profissionais da saúde: médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e socorristas. Esse serviço presta o atendimento em qualquer local, residências, locais de trabalho e vias públicas. O socorro é feito após uma ligação telefônica. A empresa tem a responsabilidade de socorrer as vítimas e, nos casos mais urgentes, fazer ainda um pré-atendimento, no sentido de estabilizar a vítima e depois encaminhá-la a um hospital próximo. Uma Central de Regulação Médica recebe os chamados e encaminha para o médico regulador, que julga e decide sobre a gravidade do caso, orientando o atendimento a ser realizado e disponibilizando o envio específico do veículo.

O sistema conta com quatro veículos para casos graves (UTIs), quatro veículos para casos não tão graves e ainda veículos para casos leves (remoção). A diferença básica entre os tipos de veículos é dada pelos equipamentos que cada um possui. O veículo a ser despachado depende da gravidade do chamado e da sua localização. Os veículos estão distribuídos em três bases de atendimento localizadas em Curitiba e na região metropolitana.

2.1 Pesquisa de Campo

Os dados que nortearam o presente trabalho foram obtidos, conforme dito anteriormente, junto à uma empresa de urgência e emergência de Curitiba, que além de disponibilizar tais dados, elucidou acerca do funcionamento do sistema, contribuindo de maneira significativa para o

levantamento dos dados bem como a interpretação dos resultados obtidos após a aplicação da ferramenta utilizada nesse estudo de caso. O sistema possui uma informatização que agiliza o processamento das chamadas, mas não existem avaliações periódicas que indicam o desempenho do sistema.

A pesquisa de campo foi iniciada no ano de 2012. Na época o sistema operava com 19 veículos, divididos em três categorias a citar: UTIs (tipo D), remoção (tipo B) e unidades de apoio (carros). Dentre todos os veículos, apenas oito veículos foram utilizados no trabalho, pois o estudo foi dedicado ao atendimento de serviços considerados emergenciais. Desses oito veículos, quatro são destinados aos casos graves e quatro para casos não tão graves. Os casos considerados leves, como as remoções e consultas não foram considerados inicialmente nesta pesquisa.

A fim de estipular regiões de atendimento a grande Curitiba foi dividida em quatro áreas distintas segundo os Batalhões da Polícia Militar (BPM) de Curitiba. São elas: 12° BPM, 13° BPM, 20° BPM, 23° BPM, sendo que o município de Araucária foi adicionado ao polígono do 23° BPM e o de São José dos Pinhais ao do 20° BPM.

Os veículos, quando disponíveis, ficam localizados em apenas três das quatro áreas, ou seja, na área 23° BPM não há base. O sistema admite fila de espera de um chamado. A Figura 1 mostra a divisão da grande Curitiba em seus quatro átomos.

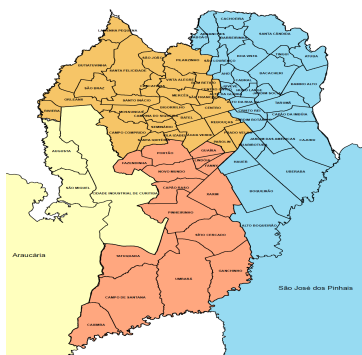


Figura 1 – Divisão de Curitiba (BPM)

2.2 Coleta dos Dados

A coleta de dados foi realizada em dois momentos distintos. No primeiro momento analisou-se a quantidade e tipos de atendimentos ocorridos ao longo do ano e dos meses. Em seguida coletou-se uma amostra de sete dias para validar as hipóteses do modelo hipercubo de filas.

De acordo com as estatísticas apresentadas pela empresa ao longo dos anos de 2012 e 2013 verificou-se que não existem diferenças significativas entre os meses com relação ao número de chamadas, exceto em meses de férias. Existem também diferenças entre dias úteis e finais de semanas, bem como em feriados prolongados, entretanto, essas diferenças são aceitáveis para esse tipo de serviço de emergência.

Quanto à segunda parte da coleta de dados, o objetivo foi o de analisar uma amostra aleatória de um determinado mês do ano, a fim de verificar se os dias se comportam de maneira semelhante. O mês escolhido foi fevereiro do ano de 2013 e a amostra contém sete dias.

Ao longo do dia verificou-se que em determinados períodos existia um aumento do número de chamados em

todos os átomos conforme Figura 2, esse horário variava entre 13 horas e 14 horas para cada dia.

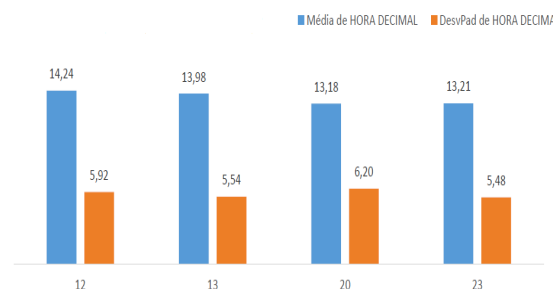


Figura 2 - Média do horário de chegada de ocorrências

Buscando encontrar o período de pico com o qual se pretendia trabalhar, dividiu-se o dia em intervalos aleatórios de horas, calculando a média e o desvio padrão para cada um destes intervalos.

Conforme Tabela 1, o horário de pico ficou caracterizado pelo período compreendido entre as 10 e as 14 horas, uma vez que este apresentou maior taxa de chegada dos chamados, consequentemente a maior média. Vale lembrar que todos os intervalos entre as 9 e 16 horas foram analisados e constatou-se em todos eles que as taxas de chegada foram inferiores ao intervalo mencionado como pico. Na Tabela 1 apresentamos apenas alguns dos intervalos com suas médias e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 1 - Taxas médias de chegadas para possíveis períodos de pico (chegadas por minutos)

| | 1ºdia | 2ºdia | ...5ºdia | 6ºdia | 7ºdia | Média | Desv.Pad |
|---------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 9-14h | 0,17 | 0,14 | ...0,12 | 0,15 | 0,12 | 0,12 | 0,023 |
| 10-14h | 0,18 | 0,13 | ...0,12 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,021 |
| 11-15h | 0,17 | 0,12 | ...0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,11 | 0,026 |
| 13-16h | 0,13 | 0,1 | ...0,11 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,013 |

A amostra coletada conta com 1142 chamados, dos quais 3,32% não puderam ser georeferenciadas por motivo de endereço incompletos. Trabalhou-se então com 1104 atendimentos no total, dos quais 30,45% provem da região do 12° BPM, 22,5% da região do 13° BPM, 39,98% da região do 20° BPM e 7% da região do 23° BPM. A proporção dos chamados se manteve para o período de pico, onde ocorreram 208 chamados dos quais, 69 foram casos graves e o restante, 139 chamados, casos não tão graves, porém emergenciais.

III. METODOLOGIA

3.1 Modelo Hipercubo De Filas

O modelo hipercubo de filas, desenvolvido por Larson (1974), tem por essência a Teoria de Filas e baseia-se na teoria de Markov em tempo contínuo. Inicialmente foi aplicado para resolver um problema de patrulhamento policial e sua aplicabilidade se adéqua em situações onde servidores se deslocam para oferecer algum tipo de serviço (server-to-customer). Essa poderosa ferramenta pode ser muito bem utilizada em problemas relacionados a diversas situações, como por exemplo, corpo bombeiros (COSTA, 2003), serviços de urgência e emergência (SOUZA, 2010 e SOUZA *et al.*, 2013, IANNONI *et al.*, 2008), defesa civil, reparos em redes de infraestruturas básicas (água, energia

elétrica e telecomunicações) (ALBINO,1994), guinchos e entregas dentre outros.

É um modelo basicamente descritivo e considera toda a complexidade geográfica e temporal do sistema. Baseia-se na partição da região de atuação do sistema em um conjunto finito de áreas geradoras de demanda, denominadas átomos geográficos (MENDONÇA e MORABITO, 2001). Cada átomo é considerado como uma fonte pontual independente de solicitação de serviço ao longo do tempo. Portanto, são consideradas as distribuições espacial e temporal dos chamados. A área de cobertura primária de um servidor é definida pelo conjunto dos átomos que este servidor atende prioritariamente.

O modelo hipercubo de filas é preditivo, não determina uma configuração ótima para o sistema, pois, não é um modelo de otimização, mas pelo fato de calcular diversos indicadores de desempenho, poderá fornecer uma completa avaliação de desempenho de cada configuração sugerida, a cada reposicionamento dos servidores, o modelo hipercubo permite a avaliação de diferentes cenários, e com isso auxilia nas decisões operacionais do sistema.

O atendimento poderá ser realizado por diversos servidores (veículos) distribuídos ao longo de uma região. A localização dos servidores deverá ser conhecida, ao menos probabilisticamente, (CHAIKEN, 1975).

Para esse modelo não basta apenas especificar a quantidade de servidores ocupados, mas deve-se conhecer a disponibilidade de cada um. Para isso, utiliza-se uma variável binária associada a cada servidor, com os valores 0 ou 1 representando os estados, livre ou ocupado, do servidor, num determinado instante. O atendimento será realizado preferencialmente pelo servidor principal, caso esteja ocupado, o atendimento será realizado pelo servidor que estiver disponível. Caso nenhum servidor possa atender, o chamado é perdido. O sistema pode ter filas ou não, pois o modelo atende perfeitamente os dois casos, neste trabalho o sistema admite fila de espera com capacidade limitada a fim de facilitar o entendimento do modelo, porém a empresa trabalha com fila ilimitada de usuários.

3.2 Hipóteses Da Aplicação Do Modelo

Para que o modelo hipercubo possa ser aplicado a um problema real, ele deve satisfazer a algumas hipóteses, são elas:

a. A área deverá ser dividida em NA átomos geográficos independentes: Existem diversas maneiras de fazer essa divisão, entre elas, setores policiais, bairros, divisão política. Nesse trabalho, optou-se por fazer divisão por setores do Batalhão da Polícia Militar de Curitiba, que são quatro: 12° BPM, 13° BPM, 20° BPM e 23° BPM, e dentro dessa divisão devido aos tipos de atendimentos diferenciados que são os casos graves e não tão graves, cada átomo foi biparticionado, totalizando oito subátomos no sistema;

b. As solicitações por serviço em cada átomo j ($j = 1, \dots, NA$), devem chegar independentemente de acordo com uma distribuição de Poisson. O que geralmente é verificado neste tipo de serviço de atendimento.

É necessário verificar estatisticamente se o processo de chegada dos chamados em cada átomo j é independente, com taxas λ_j , possíveis de serem medidas ou estimadas. Essa hipótese foi comprovada através do teste de Qui-

Quadrado e Kolmogorov-Smirnov, realizou-se um teste de aderência na amostra e não se pode rejeitar a hipótese de que os intervalos entre chegadas sucessivas ao sistema têm distribuição exponencial, portanto, foi admitido que o número de chegadas por intervalo de tempo tem distribuição de Poisson.

Através do número de chegada de chamado em cada átomo foram calculadas as proporções dos chamados p_j que representam as probabilidades de um chamado qualquer ter origem num átomo j . O intervalo analisado para os sete dias da amostra foi entre as 10 e 14 horas, horário que apresentou maior taxa de chegada dos chamados. Com isso considerando as devidas proporções que representam as chegadas em cada átomo pode-se admitir que os chamados cheguem em cada átomo segundo processo de Poisson, com taxas médias $\lambda_j = \lambda \times p_j$ ($j = 1, 2, \dots, 8$), conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Proporção dos chamados e taxas médias dos chamados (por hora) em cada subátomo.

| Átomos | nºchamados | p_i | λ_i |
|--------------|------------|----------|---------------|
| 1-12A | 20 | 0,09615 | 0,6861 |
| 2-12B | 42 | 0,20192 | 1,4408 |
| 3-13A | 17 | 0,08173 | 0,5831 |
| 4-13B | 31 | 0,14904 | 1,0634 |
| 5-20A | 26 | 0,125 | 0,8919 |
| 6-20B | 54 | 0,25962 | 1,8524 |
| 7-23A | 6 | 0,02885 | 0,20583 |
| 8-23B | 12 | 0,05769 | 0,41166 |
| Total | 208 | 1 | 7,1355 |

c. Os tempos de viagem do átomo i para o átomo j ($i, j = 1, \dots, NA$) devem ser conhecidos ou estimados.

No caso deste trabalho, os tempos de viagem foram fornecidos pelo próprio sistema conforme Tabela 3.

Cabe ressaltar que os tempos de viagem dentro de um mesmo átomo são diferentes de zero, conforme se pode observar na Tabela 3, pois os átomos possuem dimensões consideráveis.

Tabela 3 – Tempo médio de viagem entre subátomos obtidos a partir de dados da empresa.

| Átomo | 12A | 12B | 13A | 13B | 20A | 20B | 23A | 23B | Média |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| 12A | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 17,8 | 17,8 | 17,4 | 17,4 | 15,9 |
| 12B | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 14,2 | 17,8 | 17,8 | 17,4 | 17,4 | 15,9 |
| 13A | 14,2 | 14,2 | 13,7 | 13,7 | 14,4 | 14,4 | 14 | 14 | 14,1 |
| 13B | 14,2 | 14,2 | 13,7 | 13,7 | 14,4 | 14,4 | 14 | 14 | 14,1 |
| 20A | 17,8 | 17,8 | 14,4 | 14,4 | 16,5 | 16,5 | 15,3 | 15,3 | 16 |
| 20B | 17,8 | 17,8 | 14,4 | 14,4 | 16,5 | 16,5 | 15,3 | 15,3 | 16 |
| 23A | 17,4 | 17,4 | 14 | 14 | 15,3 | 15,3 | 16 | 16 | 15,7 |
| 23B | 17,4 | 17,4 | 14 | 14 | 15,3 | 15,3 | 16 | 16 | 15,7 |

d. O sistema opera com servidores espacialmente distribuídos, que podem se deslocar e atender a qualquer um dos átomos.

Nesse caso, o sistema opera com oito veículos distribuídos em seis dos oito átomos, exceto nos átomos 23A e 23B. Os veículos podem atender a qualquer átomo e a qualquer tipo de chamado.

e. A localização dos servidores deve ser conhecida, ao menos probabilisticamente.

A representação destas localizações dos veículos se dá de forma matricial $L = [lnj]$, onde os elementos da matriz representam a probabilidade de um veículo estar localizado em determinado átomo no momento em que se encontrar disponível, conforme mostra a Tabela 4. No caso da

empresa, essa localização tornou-se bem simples, pois, os veículos possuem bases definidas em seus átomos. A fim de facilitar a nomenclatura, os veículos 0, 1, 2 e 3 são os veículos que atendem prioritariamente casos graves, os veículos 4, 5, 6 e 7 atendem os casos não tão graves.

Tabela 4 - Matriz de localização dos veículos.

| | 12A | 12B | 13A | 13B | 20A | 20B | 23A | 23B | Veículos |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| $L =$ | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 1 |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |

f. Apenas um servidor é despachado para atender um chamado.

Essa é a política de despacho da empresa, apenas um veículo é despachado para o atendimento, no caso de todos os servidores encontrarem-se ocupados, o chamado entrará em uma fila de espera.

g. Há uma lista de preferências de despacho de servidores para cada átomo.

Nesse caso em particular, como existem chamados graves e não tão graves, os veículos preparados com UTIs, que são os veículos 0, 1, 2 e 3, são os primeiros a serem enviados num chamado grave (quando disponíveis), os demais veículos servem como *backup*. O mesmo procedimento serve para os outros veículos, são os primeiros a serem chamados para casos não tão graves e os veículos com UTIs são seus *backups*. A lista de preferência de despacho foi gerada de maneira aleatória, mas respeitando essas particularidades do sistema. A Tabela 5 apresenta a matriz de preferência de despacho, onde as linhas representam os átomos geradores dos chamados.

Tabela 5 - Matriz preferência de despacho.

| | 1ª | 2ª | 3ª | 4ª | 5ª | 6ª | 7ª | 8ª |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 12A | 2 | 3 | 1 | 0 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12B | 4 | 5 | 6 | 7 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 13A | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 | 6 | 7 | 4 |
| 13B | 5 | 6 | 7 | 4 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 20A | 1 | 2 | 0 | 3 | 6 | 7 | 4 | 5 |
| 20B | 6 | 7 | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 3 |
| 23A | 3 | 0 | 2 | 1 | 7 | 4 | 5 | 6 |
| 23B | 7 | 4 | 5 | 6 | 3 | 0 | 2 | 1 |

h. Tempo total de atendimento de um chamado é composto pelo somatório dos tempos de preparo (setup time), de viagem do servidor até o local da ocorrência, de execução do serviço junto ao usuário e de retorno à base. A Tabela 6 apresenta os veículos bem como as respectivas taxas médias de atendimento.

Tabela 6 - Tempos e taxas médias para cada veículo.

| Veículos | T | μ (por hora) |
|----------|---------|------------------|
| 0 | 63,9757 | 0,9379 |
| 1 | 56,6900 | 1,0584 |
| 2 | 48,2800 | 1,2428 |
| 3 | 39,1671 | 1,5319 |
| 4 | 31,2 | 1,9355 |
| 5 | 41,3 | 1,4634 |
| 6 | 42,5 | 1,4112 |
| 7 | 45 | 1,3333 |

i. Dependência de atendimento em relação ao tempo de viagem:

Faz-se necessário verificar se os tempos médios de viagem são pequenos em relação ao tempo de viagem. Essa condição é normalmente atendida nesse tipo de serviço em áreas urbanas. No estudo em questão essa condição foi satisfeita conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Relação do tempo de viagem com o tempo de serviço.

| Veículos | T serviço | T viagem | T viagem:Tserviço |
|----------|-----------|----------|-------------------|
| 0 | 63,97 | 12,6 | 0,196 |
| 1 | 56,69 | 13 | 0,229 |
| 2 | 48,28 | 14 | 0,289 |
| 3 | 39,16 | 14,6 | 0,372 |
| 4 | 31,2 | 12,4 | 0,397 |
| 5 | 41,3 | 16 | 0,390 |
| 6 | 42,5 | 17 | 0,40 |
| 7 | 45 | 10 | 0,222 |

Na prática, poucos são os sistemas reais que aderem completamente a todas as hipóteses mencionadas acima. Nesse momento deverá ser feita uma análise da complexidade do problema em questão para verificar a aplicabilidade do modelo.

3.3 Transições Entre Estados E Equações De Equilíbrio

O modelo hipercubo baseia-se na resolução de um sistema de equações lineares. São essas equações que fornecem as probabilidades de equilíbrio dos possíveis estados do sistema e automaticamente as medidas de desempenho. Porém, com o aumento do número de servidores há um aumento exponencial de estados do modelo. O cálculo das medidas de desempenho para um sistema que opera com N servidores e não permite filas envolve uma solução de um sistema de 2N equações lineares, ou seja, quanto maior o número de servidores, maior o número de equações e com isso o tempo computacional poderá tornar-se inviável.

A probabilidade de que cheguem ao sistema dois chamados simultaneamente é considerada nula, também é considerada nula a probabilidade de dois servidores ficarem livres simultaneamente. Com isso, em qualquer transição é permitida apenas um passo por vez.

As taxas de transições de um estado para outro são chamadas de ascendentes ou descendentes. A solução do modelo é dada pela construção das equações de equilíbrio do sistema, que são definidas supondo-se que o sistema atinja o equilíbrio, o fluxo que entra neste estado deve ser igual ao fluxo que sai deste estado. Em um sistema não saturado, com capacidade de fila infinita, as probabilidades de estado do modelo hipercubo são calculadas a partir das equações de balanço, construídas a partir dos possíveis estados.

Num exemplo ilustrativo com apenas três servidores teríamos oito possíveis estados.

Neste estudo de caso temos oito átomos e oito veículos, o que nos fornecerá um número de equações lineares igual a 2^8 , ou seja, 256 equações, isto sem considerarmos a fila de espera, ou seja, uma para cada estado, cujas incógnitas são suas probabilidades de equilíbrio do sistema. Esse é um sistema indeterminado e uma maneira de eliminar esta indeterminação é introduzindo uma equação de normalização, ou seja, considerando que a

soma das probabilidades de todos os possíveis estados do sistema deve ser igual a um, conforme expressão (3.1):

$$p_{00...0} + p_{00...1} + p_{0...10} + \dots + p_{1...11} = 1 - p_Q \quad (3.1)$$

O sistema de equações poderá ser resolvido por vários métodos, nesse trabalho, o sistema de equações que representam os possíveis estados, foi solucionado pelo método Gauss.

IV. IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O modelo foi implementado computacionalmente em linguagem *Visual Basic* e executado em um computador com processador *Intel Core I5-2400 CPU 3.10GHz*, memória RAM 8GB e sistema operacional *Windows 7* de 64 Bits.

O modelo hipercubo de filas com prioridades mostrou-se muito eficiente para analisar as medidas de desempenho do SAE móvel. Forneceu a probabilidade de encontrar o sistema vazio ($p_{000000000}$), sem que nenhum veículo esteja ocupado, igual a 0,00507. A probabilidade de encontrar o sistema saturado, com usuários aguardando para serem atendidos é de aproximadamente 0,1328, isto é 13,28% de probabilidade. E a probabilidade de pelo menos um servidor encontrar-se ocupado é de 0,8671.

A seguir serão apresentadas algumas medidas importantes de desempenho fornecidas pelo modelo:

- Workload*: carga média de trabalho de cada veículo representa a fração de tempo que um veículo permanece ocupado. É obtida através das somas das probabilidades dos estados em que o veículo está ocupado, veja expressão (4.1).

$$\begin{aligned} \rho_1 &= p_{00000001} + p_{00000011} + \dots + p_{11111111} + p_Q \\ \rho_2 &= p_{00000010} + p_{00000011} + \dots + p_{11111111} + p_Q \\ &\vdots \\ \rho_n &= p_{10000000} + p_{10000001} + \dots + p_{11111111} + p_Q \end{aligned} \quad (4.1)$$

Onde p_Q é a probabilidade de formação de fila e ρ_n é a soma das probabilidades do servidor n estar ocupado.

Essa medida é muito importante para avaliar o quanto cada veículo está sendo solicitado ao longo do dia, o que possibilita a elaboração de propostas de melhor distribuição dos veículos.

Os resultados obtidos através do modelo para a carga de trabalho dos veículos (*workload*) e para o tempo médio de resposta dos veículos, e o tempo médio de resposta dos veículos (preparação e viagem) obtidos na amostra encontram-se na Tabela 8, onde o VSG refere-se aos veículos que atendem serviços graves, e VSL são veículos que atendem serviços leves.

Tabela 8-*Workload* dos veículos e os tempos de resposta.

| Veículos | Workload | Modelo | Amostra | Dif. min. | Dif.% | Desvio Padrão |
|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 0 | 0,42 | 14,2 | 12,6 | 1,6 | 12,70 | 1,13 |
| 1 | 0,51 | 16,1 | 14,1 | 2 | 14,18 | 1,41 |
| 2 | 0,49 | 15,4 | 14 | 1,4 | 10,00 | 0,99 |
| 3 | 0,31 | 15,6 | 14,6 | 1 | 6,85 | 0,71 |
| 4 | 0,6 | 15,5 | 15 | 0,5 | 3,33 | 0,35 |
| 5 | 0,65 | 15,1 | 16 | -0,9 | -5,63 | 0,64 |
| 6 | 0,74 | 16,4 | 19 | -2,6 | -13,68 | 1,84 |
| 7 | 0,68 | 16,4 | 16 | 0,4 | 2,50 | 0,28 |
| VSG | 0,43 | 15,33 | 13,83 | 1,50 | 10,85 | 1,06 |
| VSL | 0,67 | 15,85 | 16,50 | -0,65 | -3,94 | 0,46 |
| Total | 0,55 | 15,59 | 15,16 | 0,42 | 2,80 | 0,30 |

A Tabela 8 apresenta as diferenças em minutos, em porcentagem e também o desvio padrão. Pode-se observar que a diferença mais alta foi do veículo 6, com 13,68%. Os demais resultados apresentaram-se bem próximo do resultado do sistema, o que valida a aplicação do modelo para o serviço. Quanto à carga de trabalho dos veículos, os resultados obtidos através do modelo confirmam os dados fornecidos inicialmente pelo sistema, os veículos que servem preferencialmente casos graves, ficam menos tempo ocupados, em torno de 43%, enquanto que os veículos que atendem chamados leves tendem a ficar mais tempo ocupados, no caso 67%, conforme apresentada na Figura 3, o que fornece uma média global de 55%, compatível com o SAE móvel.

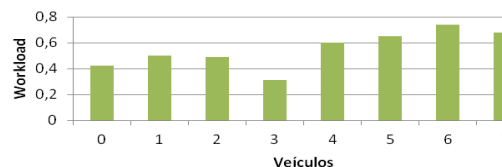


Figura 3 - *Workload* dos veículos

Pode-se também analisar, conforme apresentado na Tabela 9, o tempo de resposta dos veículos, ou seja, o tempo de resposta para cada átomo em função da região onde ocorrem os chamados. A Tabela 9 apresenta a diferença em minutos, porcentagem e o desvio padrão, entre o tempo fornecido pelo modelo e o tempo real (coletado na amostra).

Tabela 9 - Tempo médio de resposta de cada átomo.

| Átomos | Modelo | Amostra | Dif (min) | Dif% | Desvio Padrão |
|--------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1-12a | 14,6 | 14,8 | -0,2 | -1,351 | 0,141421 |
| 2-12b | 14,5 | 16,4 | -1,9 | -11,585 | 1,343503 |
| 3-13a | 13,9 | 12,9 | 1 | 7,752 | 0,707107 |
| 4-13b | 14,2 | 16,8 | -2,6 | -15,476 | 1,838478 |
| 5-20a | 16,6 | 14,8 | 1,8 | 12,162 | 1,272792 |
| 6-20b | 17,4 | 19,2 | -1,8 | -9,375 | 1,272792 |
| 7-23a | 16,7 | 13,6 | 3,1 | 22,794 | 2,192031 |
| 8-23b | 17,1 | 20,1 | -3 | -14,925 | 2,12132 |
| Va | 15,5 | 14,0 | 1,5 | 10,714 | 1,06066 |
| Vb | 15,8 | 18,1 | -2,3 | -12,707 | 1,626346 |
| Total | 15,6 | 16,05 | -0,45 | -2,804 | 0,318198 |

Verifica-se através dos dados contidos na Tabela 9 que os tempos fornecidos pelo modelo e pela amostra apresentam desvios pouco significativos, exceto no átomo 23, isso se deve ao fato de ser o átomo com o menor número de chamados (apenas 6 chamados graves). As diversas regiões geradoras dos chamados apresentam tempos médios de respostas próximas a do modelo, tanto em casos graves

como nos casos leves. Os casos graves apresentam desvio padrão médio da ordem de “1” enquanto que os casos leves apresentam desvios da ordem de 1,6. A Figura 4 mostra a comparação, modelo e amostra, para a distribuição dos tempos de respostas para cada um dos átomos.

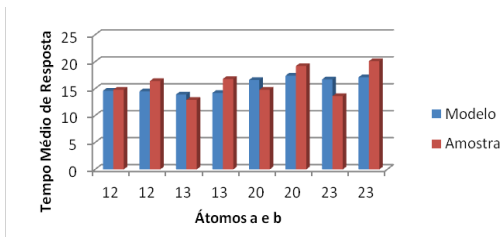


Figura 4 - Tempo médio para cada átomo

- b. A frequência de despacho f_{ij} , apresentada na equação abaixo, é a fração de todos os despachos do servidor i ao átomo j e pode ser decomposta em duas partes: $f_{ij}^{[nq]}$, que corresponde à fração de despachos de um servidor i para um átomo j que não implica tempo de espera em fila para o usuário; e $f_{ij}^{[q]}$, que corresponde à fração de despachos de um servidor i para um átomo j sujeito a espera em fila.

$$f_{ij} = f_{ij}^{[nq]} + f_{ij}^{[q]} = \frac{\lambda_j}{\lambda} \sum_{B \in B_{ij}} P_B + \frac{\lambda_j}{\lambda} P_Q \frac{\mu_i}{\mu}$$

Quanto à frequência de despachos do servidor i ir até o átomo j , o modelo forneceu um valor de 0,582 para a fração dentre todos os despachos que são interáreas de cobertura.

A frequência de despacho de cada veículo, ou seja, a frequência total de atendimentos no sistema, a frequência de atendimentos em sua área de cobertura primária e a frequência de atendimentos backup podem ser vistos na Tabela 10.

Tabela 10 - Fração dos despachos para cada veículo.

| Veículos | Cobertura Primária | Backup |
|----------|--------------------|--------|
| 0 | 0,533 | 0,401 |
| 1 | 0,478 | 0,493 |
| 2 | 0,574 | 0,478 |
| 3 | 0,785 | 0,297 |
| 4 | 0,520 | 0,573 |
| 5 | 0,577 | 0,622 |
| 6 | 0,430 | 0,720 |
| 7 | 0,838 | 0,659 |

- c. Tempos médios de viagem são obtidos através da matriz dos tempos de viagem no próprio sistema. Porém os tempos de viagem podem sofrer influência de diversos fatores no dia-a-dia, portanto o tempo deslocamento de um átomo i até um átomo j não será necessariamente igual ao caminho inverso.

O tempo médio de viagem é obtido através da equação 4.2:

$$\bar{T} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{NA} f_{ij}^{[nq]} t_{ij} + P_Q \bar{T}_Q \quad (4.2)$$

Onde:

t_{ij} , é o tempo médio de viagem do servidor i ao átomo j ;

$$\bar{T}_Q = \sum_{p=1}^{NA} \sum_{j=1}^{NA} \frac{\lambda_p \lambda_j}{\lambda^2} t_{rpj}, \text{ é o tempo médio de viagem para cada chamado em fila.}$$

O modelo forneceu um tempo médio de deslocamentos para chamadas na fila de espera em minutos de 15,61 e o tempo médio global de deslocamento, independente do átomo gerador do chamado e da equipe que irá atender, é de 15,64 minutos. Na empresa, este tempo foi calculado em aproximadamente 15,67 minutos, uma diferença pequena, donde se pode concluir que o modelo hipercubo é uma boa aproximação para o sistema.

O tempo médio de viagem de cada veículo ao átomo é outro indicador importante, pois reflete o nível de serviço oferecido pelo sistema.

$$\bar{T}_j = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k \in B} f_{i,jk}^{[nq]} t_{i,jk}^{[nq]}}{\sum_{i=1}^m \sum_{k \in B} f_{ij}^{[nq]}} (1 - P_Q) + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k \in B} f_{i,jk}^{[q]} t_{i,jk}^{[q]}}{\sum_{i=1}^m \sum_{k \in B} f_{i,jk}^{[q]}} P_Q$$

A Tabela 11 apresenta os tempos médios de viagem para cada átomo do problema abordado no modelo e na amostra.

Tabela 11 - Tempos médios de viagem para cada átomo.

| Átomos | Modelo | Amostra | Desv.Pad |
|--------|--------|---------|----------|
| 1-12a | 13,93 | 15,9 | 1,39 |
| 2-12b | 16,5 | 15,9 | 0,42 |
| 3-13a | 14,63 | 14,075 | 0,39 |
| 4-13b | 16,72 | 15,075 | 1,16 |
| 5-20a | 14,5 | 16 | 1,06 |
| 6-20b | 14,1 | 16 | 1,34 |
| 7-23a | 17,4 | 15,675 | 1,22 |
| 8-23b | 17,06 | 15,675 | 0,98 |

O modelo hipercubo de filas constitui uma ferramenta adequada ao problema, uma vez que os desvios foram pequenos quando comparados a algumas imprecisões dos dados fornecidos pelo sistema.

V. CONCLUSÕES

O objetivo desse trabalho foi analisar as configurações dos SAE móvel de Curitiba-PR, a partir do modelo hipercubo de filas com prioridades. A região foi dividida em quatro átomos segundo o critério do BPM de Curitiba, dentro de cada átomo houve uma subdivisão de acordo com as prioridades da empresa, atendimentos de casos graves e não tão graves, cabe ressaltar que essa prioridade foi atendida perfeitamente pelo modelo hipercubo de filas. Após a coleta e análise de dados foram calculadas suas medidas de desempenho. Algumas medidas obtidas pelo modelo puderam ser comparadas com os resultados obtidos no sistema. Um exemplo foi o tempo médio global de deslocamento dos veículos que no modelo apresentou um valor igual a 15,64 minutos, enquanto que no sistema este resultado é de 15,67 minutos, o que caracteriza um desvio padrão de 0,02, diferença pequena considerando a aleatoriedade do problema abordado.

Sugere-se para trabalhos futuros, inserir na análise os atendimentos de remoção e consulta, uma vez que os mesmos representam uma parcela relevante do total de atendimentos do SAE móvel. Entraria como uma terceira

classe de usuários. Contudo, deve-se levar em consideração a quantidade de veículos que atendem a esses chamados, uma vez que o número de equações do modelo está interligado com o número de veículos.

Pode-se também estudar futuramente a união desse modelo estritamente descritivo com modelos de otimização a fim de se criar cenários alternativos que possam ser analisados a partir do Modelo Hipercubo de Filas, gerando cenários que reduzam os tempos de atendimento, fator primordial neste tipo de problema.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J. C. C. Quantificação e localização de unidades móveis de atendimento de emergência a interrupções em redes de distribuição de energia elétrica: Aplicação do Modelo Hipercubo, (mestrado em engenharia da produção) UFSCar, 1994.

CHAIKEN, J. M. Hypercube Queuing Model: Executive Summary. New York: The rand Corporation, 1975, p. 17. Disponível em: <http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-17@80/2007/12.07.11.42/doc/publicacao.pdf>. Acesso abril 2013.

COSTA D. M. B., Uma metodologia iterativa para determinação de zonas de atendimento de serviços emergenciais. Tese (doutorado em engenharia de produção) - Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar, 2003.

IANNONI, A. P.; MORABITO, R.; SAYDAM, C. (2008a) A hypercube queueing model embedded into a genetic algorithm for ambulance deployment on highways. **Annals of Operations Research** 157 (1), p. 207 – 224.

LARSON, R.C. Hypercube queuing model for facility location and redistricting in urban emergency services. **Computers and operations research** 1, 67-95, 1974.

MENDONÇA F.C.; MORABITO, R. Analyzing emergency service ambulance deployment on a Brazilian highway using the hypercube model. **Journal of the Operation Research Society** 52, 261-268, 2001.

MORABITO, R.; CHIYOSHI, F., GALVÃO, R. D. Modelo Hipercubo: Análises e resultados para o caso de servidores não homogêneos. **Pesquisa Operacional**, v21, n.2, p 199-218, 2001.

MORABITO, R.; IANNONI, A. P. Otimização da localização das bases de ambulâncias e do dimensionamento das suas regiões de cobertura em rodovias. **Produção** V 18, p.47-63, 2008.

SOUZA, R. M. Análise da configuração de SAMU utilizando Modelo Hipercubo de filas com prioridades e múltiplas alternativas de localização de ambulâncias. Tese (doutorado em engenharia de produção) Universidade Federal de São Carlos, 2010.

SOUZA, R. M.; MORABITO, R.; CHIYOSHI, F. Y.; IANNONI, A. P. Análise da Configuração de SAMU Utilizando Múltiplas Alternativas de Localização de Ambulâncias. **Gestão de produção**, São Carlos, v.20, n.2, p.287-302, 2013.

TAKEDA, R. A. Uma contribuição para avaliar o desempenho de sistemas de transporte emergencial de saúde. Universidade de São Paulo. Tese (doutorado em Transportes), Universidade Federal de São Carlos, 2000.

VII. COPYRIGHT

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

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO OPORTUNIDADE PARA O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

MARIANA PIRES MAGALHÃES¹, CLÁUDIO HOMERO FERREIRA DA SILVA¹, MARCO AURÉLIO DUMONT PORTO¹.

1 – CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.

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

Resumo - A diversificação e ampliação da matriz energética no Brasil tem sido pauta de discussão em diversos estudos sobre a capacidade de aumento de produção de energia, visto que o país possui grande quantidade de recursos naturais renováveis. O presente estudo avalia dados que vão desde o potencial de exploração do silício e tratamento a grau solar, até a questão que envolve a complementaridade entre alternativas energéticas. O objetivo do artigo é demonstrar o potencial fotovoltaico a ser explorado no Brasil e a qual passo esta o seu desenvolvimento nos diferentes setores da cadeia de produção dessa energia. O trabalho realizado revelou que a partir do domínio de um ou mais setores seria possível a geração de empregos e diminuição dos custos de novos sistemas. Concluiu-se que a complementaridade energética entre solar, eólica e hidráulica permite um melhor aproveitamento energético e viabiliza mais investimentos para tornar o setor elétrico diversificado ainda mais renovável.

Palavras-Chave: Cadeia do Silício. Complementaridade. Potencial Fotovoltaico.

I. INTRODUÇÃO

Tentativas de inserção de fontes alternativas às tradicionais na matriz de energia, que supram a dependência dos combustíveis fósseis, o aumento da demanda e a diminuição da emissão de poluentes constituem busca crescente não só pelo Brasil, mas por todo o mundo. De fato, a grande maioria das opções energéticas não são capazes de, sozinhas, suprir a demanda por energia necessária. Por esse motivo é interessante observá-las de forma complementar.

Investir em instalações fotovoltaicas (FV) significa aproveitar um recurso abundante, a luz solar, para aumentar a geração de energia através de uma fonte renovável, que permite aplicabilidade, inclusive, em locais afastados. Além disso, a indústria fotovoltaica engloba não só as instalações propriamente ditas, mas também toda a cadeia de extração da matéria-prima para fabricação dos módulos e painéis, permitindo atuação nos mais diversos setores. Assim, é possível aumentar a independência energética, aumentar o número de empregos e tornar mais seguro o suprimento de energia.

Apesar de constituir uma fonte promissora, a energia solar fotovoltaica vem enfrentando barreiras à sua expansão.

O maior entrave ao desenvolvimento dessa energia está diretamente ligado aos elevados custos que vão desde a produção do silício grau solar até a fabricação de células e módulos fotovoltaicos, além do próprio processo de produção de energia. Atualmente os países que possuem maior capacidade instalada proveniente dessa energia tiveram diretrizes governamentais que buscaram atrair investimentos e a paridade em relação a outras fontes, através de subsídios, regulação específica e tarifas fixas para novos empreendimentos. Os países que possuem maior capacidade instalada são: Alemanha, Itália, Estados Unidos, China e Japão. A produção de energia através dos módulos fotovoltaicos na Alemanha chega a 32.411 MW, enquanto a produção estimada no Brasil é de aproximadamente 8 MW (SILVA, 2013).

A Alemanha contrapõe o caso brasileiro, líder em produção o país impulsiona o desenvolvimento dessa fonte desde 1991 com o programa 1.000 telhados e posteriormente a esse ano continuou com programas de subsídios para incentivo a instalação FV. Já o Brasil, apesar de ser um país rico em recursos energéticos, com níveis de irradiação superior a muitos países desenvolvidos e de possuir matéria-prima em grande quantidade para a fabricação dos módulos fotovoltaicos, possui baixo aproveitamento dessa fonte de energia e poucos programas de incentivos.

O objetivo desse trabalho é avaliar como a energia fotovoltaica pode se desenvolver de forma competitiva no Brasil, através de toda a sua cadeia de produção, sua atuação de forma complementar, além da possibilidade de levar energia a locais de difícil acesso.

II. METODOLOGIA

De acordo com Tafner e Silva (2007) a pesquisa exploratória “visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses”. No presente artigo, a pesquisa exploratória foi utilizada com o objetivo de proporcionar uma visão geral acerca do desenvolvimento da energia fotovoltaica no Brasil e no mundo.

Segundo Jung (2003), a pesquisa bibliográfica “tem por finalidade conhecer as diferentes formas de contribuição

científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno”. A pesquisa bibliográfica foi utilizada neste artigo para permitir a avaliação do potencial fotovoltaico brasileiro, através da investigação sobre desenvolvimento da indústria fotovoltaica nacional, como forma de viabilizar o aumento da capacidade instalada no país, a complementariedade entre fontes e a otimização da utilização de recursos energéticos renováveis.

III. A ENERGIA FOTOVOLTAICA

O mercado fotovoltaico engloba toda a cadeia de valor dos componentes eletrônicos necessários para o funcionamento do sistema, envolvendo desde a cadeia de exploração do silício até a purificação do mesmo à grau solar; além da produção efetiva dos módulos, baterias, inversores, entre outros. As oportunidades que o mercado a ser explorado proporciona, constituem um atrativo a mais, uma vez que investir em novas usinas esta relacionado com a movimentação de diversas áreas passíveis de significativo retorno financeiro e capacidade de produção (RIMA, 2011).

Um dos principais entraves para a difusão e implantação dos sistemas fotovoltaicos no mundo é o custo dos módulos. Por esse motivo a competitividade dessa energia está diretamente relacionada à disposição do governo para impulsionar a inserção da fonte na matriz do país, além do financiamento da cadeia produtiva do setor e fomento a um ambiente regulatório e comercial favorável (ABINEE, 2012). A União Europeia foi a primeira a atrair investimentos ao setor, quando vários países adotaram o programa das *feed-in-tariffs*, oferecendo um custo mais alto para cada MWh produzido por períodos variando entre 10 e 20 anos, e como resultado obteve investimento maciço nessa energia. O sucesso foi possível, pois possibilitou que a energia FV pudesse competir com outras fontes.

Apesar do mercado solar, vir se desenvolvendo ao longo dos anos, alguns fatores colaboram para o elevado custo dos módulos, principalmente devido aos custos de importação. Entre esses fatores, está o fato de que nem sempre a matéria-prima para fabricação dos módulos esta próxima aos produtores de células e módulos. Um exemplo é o fato de que, enquanto os principais produtores de silício grau solar são Estados Unidos, Europa e China; os principais produtores de células e módulos são: a China e Taiwan (SOLENERG, 2011). Atrelar matéria-prima à produção industrial de células e módulos fotovoltaicos envolve fatores financeiros e tecnológicos, que ainda precisam ser desenvolvidos.

De acordo com dados do REN21 (*Renewable Energy policy Network for the 21st century*) (2013), no ano 2000 a capacidade instalada no mundo proveniente de fonte fotovoltaica foi de 1,5 GW. Apesar do alto custo, o incentivo governamental impulsionou as novas instalações e no ano de 2012, a capacidade instalada migrou para 100 GW (Figura 1). Deste total a União Europeia foi responsável mais de 2/3 (Tabela 1) da produção, sendo que 48% da capacidade instalada encontravam-se na Alemanha e Itália, com a produção de 32 GW e 16 GW, respectivamente. Seguida dos dois países estão Estados Unidos, China e Japão. Somente entre o ano de 2010 e 2012 foram inseridos cerca de 60 GW em todo o mundo, o que explicita o elevado interesse de investidores no setor.

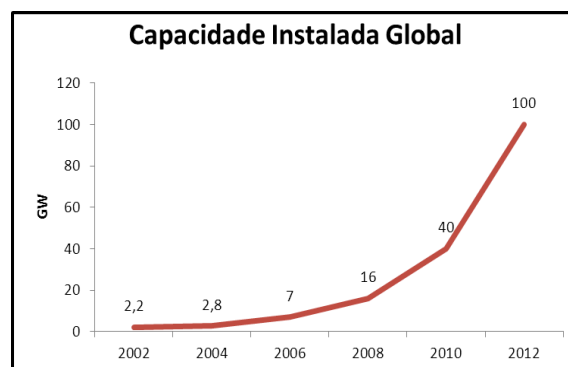


Figura 1: Evolução da Capacidade Instalada Global
Fonte: REN 21, 2013 (adaptado)

Tabela 1: Capacidade Instalada no mundo Energia Fotovoltaica

| CAPACIDADE INSTALADA 2012 | |
|---------------------------|---------------|
| ALEMANHA | 32 GW |
| ITÁLIA | 16 GW |
| OUTROS PAÍSES UE | 7,4 GW |
| ESTADOS UNIDOS | 7,2 GW |
| CHINA | 7,0 GW |
| JAPÃO | 6,6 GW |
| ESPANHA | 5,1 GW |
| FRANÇA | 4,0 GW |
| BÉLGICA | 2,6 GW |
| OUTROS | 12,1 GW |
| TOTAL | 100 GW |

Fonte: adaptado de REN 21 (2013).

A Alemanha apresenta o principal exemplo de um programa bem sucedido. Ao longo de décadas investiu em pesquisa, produção e planejamento de sistemas renováveis, o que justifica o fato da sua liderança internacional na exploração desses sistemas (DENA, 2013). Atualmente, 5% da energia consumida na Alemanha é proveniente da energia solar fotovoltaica. As metas do país para as próximas décadas são de aumentar esse valor para 10% até 2020 e 20% até 2030 (FRANÇA, 2013).

Os custos da instalação de sistemas FV vêm caindo ao longo dos anos. De acordo com dados da IEA (2012) entre o primeiro trimestre de 2010 e o primeiro trimestre de 2012, os custos caíram cerca de 44%. Devido a esse motivo, governos, principalmente da União Européia, que estipularam programas de subsídio, precisaram se ajustar, rapidamente a valores que melhor refletiam os custos, uma vez que esses são repassados aos consumidores. Dessa forma continuou possível atrair investimentos no setor e obter aceitação do público em geral.

De acordo com dados da EPE (2013), anuário estatístico com dados de 2012, mostrou-se que o Brasil passou de 1 MW de capacidade instalada de energia solar fotovoltaica em 2010 para 8 MW em 2012. Essa geração é proveniente basicamente de instalações rurais, em locais de difícil acesso, decorrentes essencialmente de programas como, por exemplo, o Programa “Luz para Todos”, que visa a universalização de acesso à energia elétrica. Nos últimos anos, estabelecimentos comerciais também têm mostrado interesse no setor, principalmente devido ao fato do pico de consumo, causado principalmente pelo uso do ar condicionado, coincidir com o horário de pico de produção de energia dos painéis FV. Apesar de continuar com

pequena geração proveniente desta fonte, o esperado é que esse número cresça nos próximos anos, uma vez que o país possui diversos pontos favoráveis a sua exploração (ABINEE, 2012).

O Brasil encontra-se em posição territorial privilegiada e possui grande disponibilidade de recursos energéticos em seu território. Desses recursos, as grandes jazidas de quartzo, elevados índices de irradiação (Figura 2) e disponibilidade de área se destacam quando o assunto é energia solar fotovoltaica. Segundo VIANA (2011), os valores médios de irradiação que atingem o território brasileiro variam entre 1.642 e 2.300 kWh/m²/ano. Comparando com o maior explorador da energia fotovoltaica até o momento, a Alemanha, os valores máximos encontrados no país europeu estão abaixo dos valores mínimos do Brasil, com níveis de radiação solar chegando ao máximo de aproximadamente 1.300 kWh/m²/ano (CABRAL, 2013).

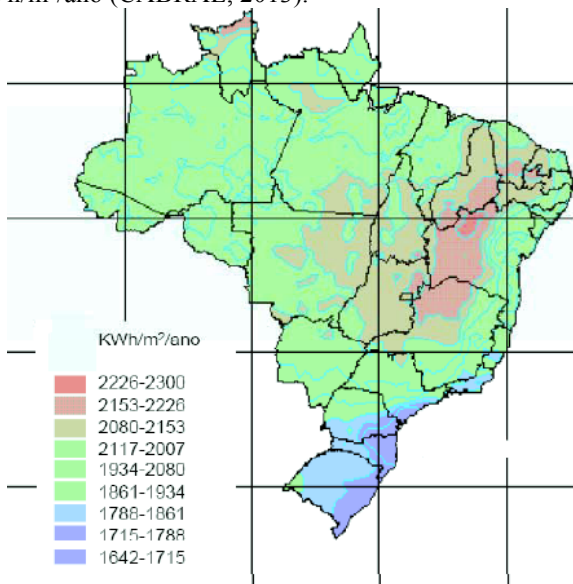


Figura 2 - Índices de Radiação Solar no Brasil
Fonte: VIANA (2011)

IV. DESENVOLVIMENTO

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética, ao final de 2012 o Brasil possuía matriz energética 42,5% renovável, contrapondo com a média mundial de 13,2%. Porém, a matriz elétrica brasileira é pouco diversificada com 76,9% do total de sua geração, proveniente de fonte hidráulica (EPE, 2013). Segundo Tolmasquim (2012), a demanda total por energia no país irá crescer cerca de 5,3% ao ano, o que implica na necessidade de aumento de produção de energia. Ou seja, para atender a sua demanda energética, o Brasil terá que ser injetada pro ano no sistema um montante comparável a uma empresa de grande porte do setor elétrico, como por exemplo a Cemig, com capacidade instalada de aproximadamente 7000 MW.

A diminuição de custos para novas instalações fotovoltaicas é fator decisivo para o desenvolvimento dessa fonte. Aos poucos ter surgido programas e regulamentos para incentivar e desenvolver o setor fotovoltaico. Com a queda gradativa dos preços, a energia solar foi autorizada a participar pela 1ª vez do leilão público de energia pelo Governo Federal. Segundo a EPE (2013), o leilão A-3/2013, contou com 109 projetos por fonte fotovoltaica, com oferta

total de 2.729 MW, porém na ocasião a fonte não foi competitiva e venceu apenas a energia eólica. Foi só ao final de 2013 que o estado de Pernambuco realizou o primeiro leilão exclusivo de energia solar, quando foram contratados 122 MW, com o custo médio de R\$ 228,63/MW, participaram do leilão 34 empreendimentos, mas somente 6 foram vencedores (TERRA DA GENTE, 2014). Na tabela 2 é possível comparar o valor da energia contratada no leilão de Pernambuco com os valores contratados de outras fontes, pelos últimos leilões. A energia FV ainda possui custo mais alto quando comparado a outras fontes, mas aos poucos vem ganhando espaço como uma fonte complementar e assim ganhando importância no setor elétrico nacional.

Tabela 2 – Custo médio/MWh nos últimos leilões.

| Leilão | Fonte | Projetos Contratados | Preço Médio R\$/MWh |
|------------|----------|----------------------|---------------------|
| Pernambuco | Solar | 6 | 228,63 |
| A-3/2013 | Eólica | 39 | 124,43 |
| A-5/2013 | PCH | 16 | 137,35 |
| A-5/2013 | Biomassa | 4 | 133,38 |

Fonte: Adaptado EPE (2013) e Revista Terra da Gente (2014).

Silício: desafios e oportunidades

O Silício (Si) é um dos elementos mais abundantes na natureza e sendo normalmente encontrado na forma combinada em rochas, areias e solos. Devido a sua estrutura eletrônica, este material é amplamente utilizado na indústria como semicondutor, exigindo para tal um elevando grau de pureza (PEIXOTO, 2011).

Conforme o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2010) o Brasil é o maior produtor mundial de quartzo de qualidade e possui grande parque industrial que o extrai e o transforma em silício de grau metalúrgico (Si-GM), através da redução do quartzo pelo carbono em altas temperaturas. Para a aplicação como semi-condutor, é necessário que o silício esteja ultra puro (SGS), com pureza variando de 99,99999999% a 99,999999999% (SERODIO, 2009). Para atingir o grau de pureza necessário, o silício precisa passar pela purificação, esta pode ocorrer por diversos processos, utilizando dois tipos de rota: química ou metalúrgica, conforme Figura 3.

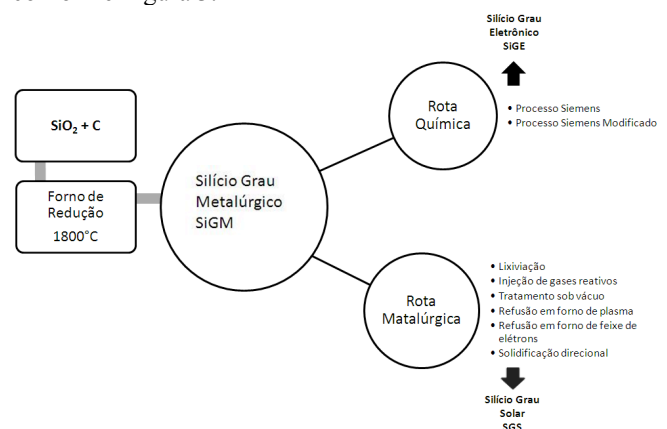


Figura 3 - Rotas química e metalúrgica para a Produção de Silício
Fonte: Elaboração Própria – baseado em OLIVEIRA (2008) e IPT (2013).

O processo de purificação através da rota química pode necessita de posterior condensação por destilação fracionada e decomposição através de pirólise ou vapor químico. O processo é finalizado através do tratamento de rejeitos que

são gerados devido ao uso de reagentes externos. Segundo Serodio (2009), para a purificação do silício grau solar, o processo mais utilizado mundialmente é a rota química, denominado Processo Siemens, que ocorre a 350°C através da hidrocloreção de silício grau metalúrgico. Este processo é caro e consome de 120 a 160 kWh/Kg de silício.

Têm sido feitos esforços para reduzir os custos e a complexidade do processo de purificação e diversas empresas mundialmente vêm pesquisando novas formas de obter o SGS, através da denominada rota metalúrgica. Esse processo permite a purificação do silício para a confecção de módulos e painéis, porém não permite sua purificação em grau eletrônico, restringindo sua aplicabilidade. De acordo com dados da Abinee (2012), a Elkem Solar possui o processo por rota metalúrgica, mais desenvolvido do mundo e produz SGS em escala industrial. A purificação é realizada através do tratamento com escória e o consumo de energia fica entre 25 e 30 kWh/kg Si.

Apesar de ser um dos maiores produtores mundiais de quartzo, o Brasil possui parque industrial apenas para a produção de silício grau metalúrgico, com baixo valor agregado cerca de 3.000 US\$/t, quando comparado ao valor de 60.000 US\$/t, referente ao silício grau solar (RIMA,

2011). É preciso então exportar matéria-prima aos principais produtores de células e painéis, localizados na Ásia, o que torna o valor dos sistemas fotovoltaicos alto, dificultando incentivo governamental, como subsídios.

Em termos competitivos, a possibilidade de produção de silício grau solar em território nacional possibilitaria: diminuição do custo dos painéis, incentivo ao mercado eletrônico e geração de empregos (CGEE, 2010).

A Figura 4 mostra a cadeia industrial da energia FV com os setores passíveis de serem desenvolvidos no Brasil, com possibilidade de retorno financeiro. Existem aproximadamente 1510 empresas no mundo movimentando o mercado da energia FV, gerando empregos e possibilitando aos poucos a redução de custo dos módulos e painéis. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2013), existem pesquisas no Brasil para a obtenção de SGS com menor custo, através da rota metalúrgica, que engloba processos como fusão, solidificação controlada e refino piro e hidrometalúrgico. Tais processos são dominados pela indústria brasileira, porém a obtenção de SGS enfrenta barreiras (Figura 5), principalmente no que se diz respeito a viabilidade técnica e econômica.

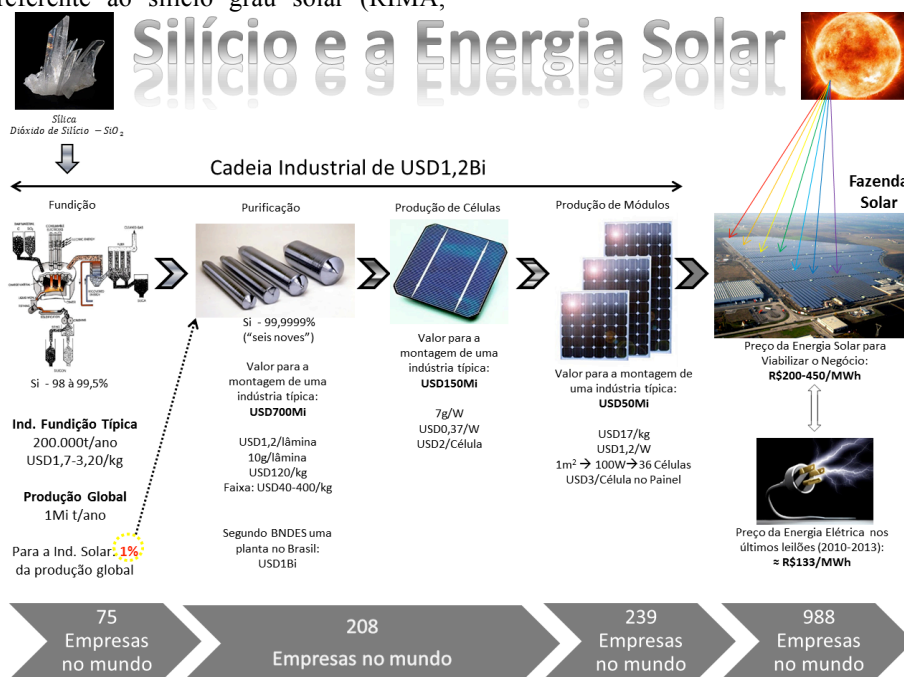


Figura 4 - Cadeia de produção da energia fotovoltaica
 Fonte: Elaboração Própria

DESAFIOS PARA A PRODUÇÃO DE SILÍCIO A PARTIR DA ROTA METALÚRGICA NO BRASIL



Figura 5 – Desafios para a produção de silício grau solar no Brasil
 Fonte: Elaboração própria com dados do IPT (2013)

Incentivos

O fato de o país contar com 42,5% da produção total de energia, proveniente de fonte renovável, leva a certa diminuição no interesse imediato de investimento elevado em novas fontes. O Brasil possui uma matriz elétrica pouco diversificada e sobram novas áreas de atuação, com grande capacidade de produção e que se encontram pouco exploradas, como a eólica e biomassa. Além disso, o governo promove uma política de modicidade tarifária (MME, 2003) que contradiz com a produção de energia com alto custo, mesmo que os benefícios ambientais ou sociais sejam elevados.

O Brasil enfrenta um dilema, por um lado o país investe pouco em energias renováveis, quando comparado a

países europeus, por outro, sabe-se que o investimento em energias de alto custo é revertido a população (IEA, 2012) e o Brasil é um dos países com maior desigualdade social do mundo (CORREA, 2013). Fica então a pergunta: Será que a sociedade brasileira esta realmente disposta a pagar por uma energia mais cara?

No ano de 2003, foi revisado o PROINFA (Programa de Incentivo a novas fontes de Energia Elétrica) que incentivava energias renováveis como: eólica, biomassa e PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas). A energia solar fotovoltaica não foi contemplada por esse programa, principalmente devido ao seu alto custo quando comparada com outras fontes. Considerando que o programa propunha que até o final de 2010 todos os empreendimentos estivessem em operação, realmente a energia solar, semelhantemente a hoje, não constituía fonte competitiva.

O desenvolvimento da tecnologia, atrelado a progressiva diminuição de custos, possibilitou a criação da Chamada de Projeto Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento nº 013/2011, criada pela ANEEL no ano de 2011. Intitulado “Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira”, o projeto propõe: facilitar a inserção de instalações fotovoltaicas no país, viabilizar economicamente a geração FV e incentivar o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva com a nacionalização da tecnologia empregada. De acordo com dados da ANEEL (2013), a Chamada nº13, através da execução dos projetos serão inseridos 25,3 MWp, em território nacional, após o término das obras. Serão realizadas diversas instalações incluindo usinas, sistemas autônomos e coberturas de estádios de futebol, utilizando diversas tecnologias de conversão e diferentes modelos de instalação. Estão envolvidos no total: 18 projetos, 96 empresas e 62 instituições de ensino e pesquisa, totalizando um montante global de R\$ 395.904.167,00 de recursos investidos (WANDERLEY & CAMPOS, 2013), como mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Capacidade Instalada através de Projetos da Chamada nº13.

| Empresa | Capacidade Instalada (MWp) | Custo do Projeto (R\$) |
|--------------------|----------------------------|------------------------|
| ELEKTRO | 0,5 | 8.253.250,00 |
| FURNAS | 3 | 48.224.047,14 |
| COELCE | 1,5 | 12.059.720,00 |
| COELBA | 1 | 24.509.876,72 |
| CHESF | 3 | 44.552.168,00 |
| CESP | 0,73 | 9.563.923,38 |
| CTEEP | 0,6 | 10.003.664,00 |
| ELETROPAULO | 0,5 | 23.381.047,85 |
| PETROBRÁS | 1,1 | 21.250.000,00 |
| TRACTEBEL | 3 | 60.847.400,00 |
| ELETROSUL | 1,024 | 2.623.002,00 |
| CEMIG-D | 0,5 | 8.275.540,00 |
| CEEE-GT | 0,55 | 11.356.889,00 |
| COPEL-GT | 3 | 50.592.997,02 |
| COPEL-GT | 2,19 | 24.617.579,48 |
| MPX | 1 | 8.422.678,00 |
| CPFL – Piratininga | 1,125 | 11.373.000,00 |
| CELG-D | 1 | 15.997.384,05 |
| TOTAL | 25,319 | 395.904.167,00 |

Complementaridade entre Fontes

A expansão da capacidade de produção de energia esta atrelada ao uso de diferentes recursos energéticos. Devido a previsibilidade de esgotamento dos recursos fósseis e eminente necessidade de diminuição da emissão de

poluentes, o mundo tem buscado utilizar recursos renováveis para a produção de energia elétrica, dentre esses recursos podemos citar: sol, ventos, mar e energia geotérmica. Nesse ponto, o Brasil apresenta vantagem competitiva devido a sua posição territorial, que garante adequada velocidade de ventos, elevados índices de irradiação e extensos rios por todo o território.

Os maiores desafios enfrentados pelas alternativas energéticas correspondem a elevados custos e/ou baixa capacidade de geração, quando comparado às fontes convencionais. Partindo desse pressuposto, utilizar esses recursos de forma complementar é uma maneira de viabilizar investimentos em fontes alternativas, incrementando assim a quantidade de energia garantida, possibilitando um melhor aproveitamento das mesmas (EPE, 2010). A complementaridade entre energias ocorre quando existe a possibilidade de suprimento da energia total demandada através da complementação de fornecimento. Isto é, quando uma energia possui baixa capacidade de geração a outra possui alta capacidade, possibilitando auxiliar o fornecimento de energia ao sistema elétrico.

No Brasil predominam grandes centros de geração de energia, principalmente por fonte hidráulica. De maneira geral, 77% de toda energia produzida no Brasil é proveniente de hidrelétricas (EPE, 2013), o que deixa o país dependente das chuvas para que a produção de energia acertada seja realmente realizada. O maior desafio enfrentado até então está ligado aos períodos de seca, quando o volume dos reservatórios é baixo, fazendo-se necessário o acionamento de usinas térmicas que utilizam, em sua maioria, combustíveis derivados do petróleo (MARINHO & MANOEL, 2011). Tornar mais diversificada a matriz elétrica brasileira, através da possibilidade de utilização de recursos renováveis é uma maneira de otimizar a produção de energia e ampliar a capacidade de geração, possibilitando a diminuição da utilização de usinas térmicas, tornando o Brasil ainda mais renovável e garantindo o suprimento do sistema. De fato a diversificação promove naturalmente uma sinergia entre as fontes primárias, explorando as suas potencialidades e complementariedades.

Através de dados de estudos de caso envolvendo complementariedade entre energias, realizados por Neto (2013) e pela ABEEólica (2012), foi possível formular a Figura 6, considerando valores de níveis de irradiação, velocidade dos ventos e volume de reservatórios.

A esses valores foram atribuídas as letras A, R e B, que correspondem a alta, regular e baixa capacidade de geração, respectivamente, através das fontes: fotovoltaica, eólica e hidráulica, respectivamente. Através dos dados foi possível formular uma tabela qualitativa, avaliando a capacidade de geração das fontes, possibilitando analisar a questão da complementariedade. As energias: geotérmica e dos oceanos não foram consideradas devido ao fato de o Brasil possuir baixo potencial geotérmico e de que as energias provenientes do mar ainda não possuem custo favorável ao seu desenvolvimento.

A análise quantitativa não foi realizada devido a baixa capacidade instalada das fontes eólica e fotovoltaica no presente momento brasileiro, não permitindo visualizar a complementariedade devido a discrepância de dados, que comprometeriam a obtenção da visão competitiva desejada. A Figura 7 que deixa mais visível a questão da complementariedade entre as fontes.

Complementaridade Sazonal entre Fontes

| | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | out | nov | dez |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Hidrelétrica | A | R | A | A | R | R | B | B | B | B | R | A |
| Eólica | A | R | B | B | R | R | R | R | A | A | A | R |
| Fotovoltaica | A | A | R | R | B | B | B | R | R | A | R | A |

| | |
|--|-------------------------------------|
| | Mês com alta capacidade de geração |
| | Mês com complementaridade de fontes |
| | Meses críticos |

| | |
|---|-------------------------------|
| A | Alta capacidade de geração |
| R | Regular capacidade de geração |
| B | Baixa capacidade de geração |

Figura 6 – Análise da complementariedade hídrica, eólica e solar

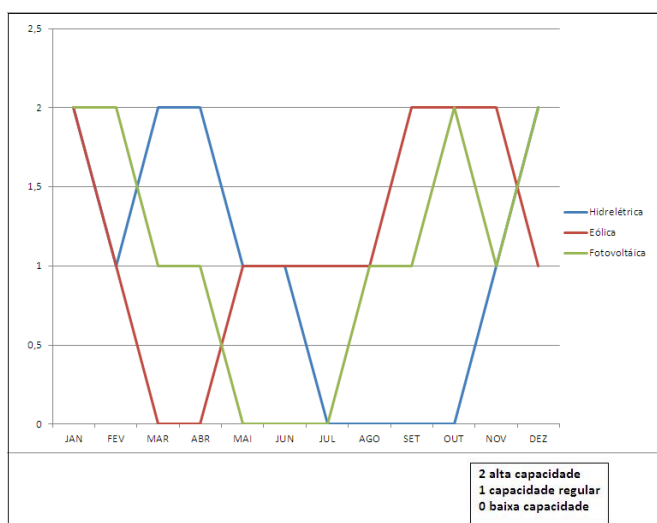


Figura 7 – Complementariedade hídrica, eólica e solar

É possível observar que o volume dos reservatórios é maior quando o clima é úmido e menor quando o clima é seco, o que, na maior parte do ano, ocorre de forma contrária ao se observar o comportamento da velocidade dos ventos em relação ao clima. Percebe-se que nos meses de fevereiro, março, abril, agosto, setembro e outubro, é possível observar a complementariedade das energias, com a possibilidade de tornar mais seguro o fornecimento de energia no Brasil. Já nos meses de dezembro e janeiro ocorrerá elevada capacidade de produção por mais de uma fonte, indicando a possibilidade do suprimento total de energia. Os meses de maio, junho, julho e agosto correspondem a meses críticos, com pequena / média capacidade de geração das três fontes. Atuando de maneira conjunta, as três fontes, além de aumentar a capacidade de geração de energia, viabilizam a menor utilização de usinas térmicas no período.

Dessa forma observa-se que do ponto de vista da complementariedade, a geração de energia no Brasil, pelas três fontes citadas, corresponde a uma estratégia a diminuição do uso de fontes não renováveis durante o ano, além de possibilitar a diversificação da matriz elétrica brasileira.

Perspectivas para o mercado fotovoltaico brasileiro

Para estabelecer um setor fotovoltaico nacional ainda é preciso enfrentar alguns desafios. Com base em dados do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2011) ainda falta para o Brasil, incentivar o aumento do mercado de consumidores de energia fotovoltaica, para que então, se estabeleçam no país indústrias de produção de células, módulos fotovoltaicos e demais equipamentos e consequentemente, a produção de silício grau solar atinja escala comercial.

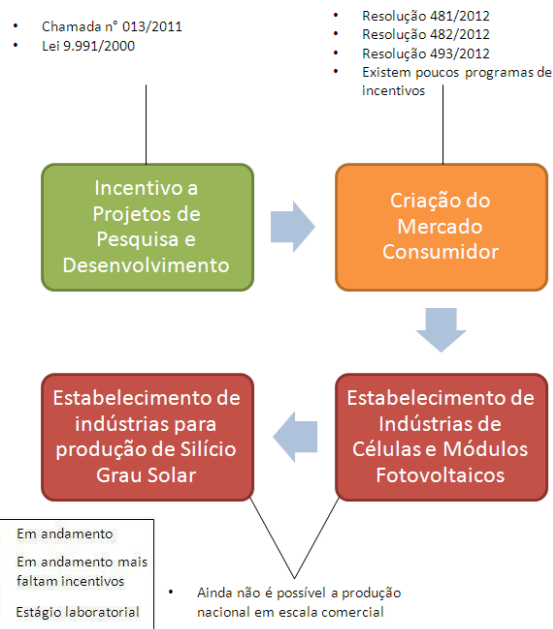


Figura 6 – Desenvolvimento do mercado fotovoltaico no Brasil
Fonte: Elaboração própria com dados do CGEE (2011) e ANEEL (2012).

Aos poucos vêm se desenvolvendo regulações e programas de incentivo ao uso da energia fotovoltaica, destacam-se as resoluções abaixo da ANEEL que foram publicadas no ano de 2012:

- A Resolução 481/2012 estabeleceu a alteração do desconto de 50% para 80% para empreendimentos que entrem em operação comercial até o ano de 2017, nos 10 primeiros anos da usina, nas tarifas de transmissão e distribuição de uso dos sistemas elétricos. Após essa data volta a valer os descontos de 50% previamente estabelecidos (ANEEL, 2012).
- A Resolução 482/2012 da ANEEL “estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências”. Sendo assim, a partir dessa resolução, fica mais atrativo ao consumidor investir em sistemas fotovoltaicos conectados à rede, uma vez que será possível trabalhar através do sistema de compensação: Energia Produzida x Energia Consumida, através de prazo estipulado pela resolução.
- A Resolução 493/2012 estabeleceu os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica e Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente.

Além das resoluções acima citadas que valem para todos os estados brasileiros, existem também algumas leis estaduais que visam aumentar o investimento em instalações FV. Um exemplo é a lei que foi estabelecida pelo estado de Minas Gerais, lei 20.284, que garante a isenção do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e serviços) por 5 anos à fontes complementares de energia (solar, eólica, biogás e hidráulica – PCH's e CGH's), para obras civis e de transmissão para conexão ao Sistema Interligado Nacional (CANAL ENERGIA, 2013). Outro exemplo semelhante é o Estado do Tocantins, que isentará da cobrança de 25% do ICMS os moradores que optarem gerar, consumir e distribuir energia solar fotovoltaica, além disso os equipamentos necessários para montagem do sistema podem ser financiados pelo governo (BRASIL247, 2014).

Aos poucos regulamentos específicos ao uso de energias renováveis irão incentivar a sua utilização e a formação de um mercado consumidor. O que se espera nos próximos anos é que os Programas de Pesquisa e Desenvolvimento, em andamento até então, e as últimas resoluções da ANEEL, proponham soluções para o alto custo da energia FV e falta de mão-de-obra capacitada, através do aprofundamento do conhecimento em instalações, agregando conhecimento desde a matéria-prima até a produção efetiva de células, módulos, conversores, inversores e sistemas de conexão à rede elétrica em escala comercial. Dessa forma será possível difundir a toda população os benefícios que poderão ser obtidos através de novas instalações fotovoltaicas e aos poucos será possível diversificar nossa matriz e tornar mais seguro o fornecimento de energia.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo foi possível observar a que passo esta o Brasil quando o assunto é aproveitamento da energia solar fotovoltaica. O presente momento é marcado ao incentivo a projetos de pesquisas, buscando soluções aos problemas enfrentados pela energia fotovoltaica, principalmente no que se diz respeito aos elevados custos e falta de pessoal qualificado.

O país possui possibilidade de atuação em toda a cadeia de valor da geração FV, podendo atuar desse a produção do silício grau solar, confecção de células e módulos fotovoltaicos, fabricação de inversores e baterias até a montagem e operação do sistema. Através do domínio dessa cadeia seria possível a geração de empregos e diminuição dos custos do sistema, uma vez que o produto final poderia ser obtido em território nacional.

Analisar as alternativas energéticas de forma complementar permite ainda otimizar a produção de energia, deixando o campo de atuação mais atraente para investidores, uma vez que é possível tornar mais seguro o fornecimento de energia, diminuindo a utilização de usinas térmicas movidas a recursos não renováveis. Dessa forma é possível além diversificar a produção nacional de energia, tornar a matriz energética ainda mais renovável, substituindo parcialmente usinas térmicas por usinas eólicas e fotovoltaicas.

No presente estudo, não foi possível fazer análise quantitativa da complementaridade em território nacional devido a baixa capacidade instalada de usinas eólicas e a quase nula capacidade instalada de usinas fotovoltaicas.

Dessa forma o estudo ficaria comprometido devido a grande discrepância de geração.

Sugere-se para futuros estudos, que a partir do previsível aumento de geração por fontes alternativas às tradicionais, seja feita análise quantitativa da complementaridade em todo o Brasil. Visto que os estudos existentes até o momento somente retratam estudos de caso, não permitindo a real avaliação da complementaridade de forma competitiva e como oportunidade para o setor elétrico nacional.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE Eólica. Associação Brasileira de Energia Eólica. Potencialidades da Energia Solar Associada a Geração Eólica. Ferreira, Tiago. L. Abril, 2012.
- ABE. Associação Brasileira de Energia Eólica. Potencialidade da Energia Solar associada a Energia Eólica. Ferreira, Tiago F. Abril, 2012.
- ABINNE. Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. Grupo setorial de sistemas fotovoltaicos da Abinee. Junho, 2012.
- AMÉRICA DO SOL.ORG. Disponível em <<http://www.americadosol.org/mercado-mundial/>> Acesso em 09, jan. 2013, 14:45:17.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 481. Moreira, Nelson J. H. Abril, 2012.
- ANEEL. Chamada 013/2011. Projeto Estratégico: “Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”. Brasília, 2011.
- ANEEL. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em 20, jan. 2013, 14:25:37.
- BRASIL247. Tocantins vai isentar ICMS de quem gerar e consumir energia solar. Disponível em <<http://www.brasil247.com/pt/247/tocantins247/127761/Tocantins-vai-isentar-ICMS-de-quem-gerar-e-consumir-energia-solar.htm>>. Acesso em 03, janeiro. 2014, 16:00:00.
- CABRAL, I; TORRES. A; SENNA. P. Energia Solar: Análise Comparativa entre Brasil e Alemanha. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.
- CANAL ENERGIA. Disponível em <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/secoes/Regulacao_e_Politica.asp>. Acesso em 24, jan. 2013, 16:35:15.
- CETEM/MCT. Metalurgia do silício: processos de obtenção e impactos ambientais / Vânia Mori, Ronaldo Luiz Correa dos Santos, Luiz Gonzaga Santos Sobral. – Rio de Janeiro: 2007: it.42p. (Série Tecnologia Ambiental, 41).
- CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Cadeia de Inovação para Mercados e Indústrias. Março, 2011.
- CGEE. Centro de Gestão e estudos Estratégicos. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Subsídios para tomada de decisão. Série de documentos técnicos. Fev, 2010.
- CORREA, Marcello. Brasil tem segunda pior distribuição de renda em ranking da OCDE. O Globo. Março, 2013. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/economia/brasil-tem-segunda-pior-distribuicao-de-renda-em-ranking-da-ocde-7887116>> Acesso em 30, janeiro. 2014, 16:00:15.
- DENA. Tecnologia associada às Energias Renováveis: Uma história de sucesso vinda da Alemanha. Disponível em <www.renewables-made-in-germany.com> Acesso em 26, nov. 2013, 14:35:15.

- EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Anuário estatístico de energia elétrica. MME – Ministério de Minas e Energia. 2013.
- EPE. Contribuição da Energia Eólica para a Regularização do Suprimento de Energia Elétrica no Brasil. David, Pedro. A. et al. Brazil Wind Power 2010.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2013 – Ano base 2012: Relatório Síntese. Rio de Janeiro: 2013.
- EPE. Informe à Imprensa. Leilão de Energia A-3/2013. Machado, O. Setembro, 2013.
- FRANÇA, Francis. Produção de energia solar na Alemanha bate recorde em 2012. Disponível em <<http://www.dw.de/produ%C3%A7%C3%A3o-de-energia-solar-na-alemanha-bate-recorde-em-2012/a-16492873>> Acesso em 26, nov. 2013, 15:55:30.
- FRANCO, Arthur P. Sistemas Fotovoltaicos: Contextualização e perspectivas para sua massificação no Brasil. Lavras, 2013.
- IEA. International Energy Agency. World Energy Outlook. Renewable Energy Outlook. 2012.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Silício Grau Solar – Rota Metalúrgica. III Workshop Inovação para o estabelecimento do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil. 2013.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Disponível em <<http://www.ipt.br/projetos/5.htm>>. Acesso em 20, jan. 2013, 14:14:35.
- JUNG, Carlos F. Metodologia Científica – Ênfase em Pesquisa Tecnológica. 3ª Edição. 2003.
- MARINHO, M. H. N; AQUINO, R. B. Oferta de energia através da complementaridade sazonal hídrico-eólica no Estado de Pernambuco. Maio, 2011.
- MME. Ministério de Minas e Energia. Resolução nº5, de 21 de julho de 2003.
- NETO, J. L; FONSECA, A; AMARAL, F. Complementariedade Entre Fontes Renováveis de Geração de Energia Elétrica e Seus Efeitos Sinérgicos nos Sistemas Elétricos Regionais. Brazil Wind Power Conferece & Exhibition. 2013.
- OLIVEIRA, Theógenes S. Refino do silício por solidificação direcional. São Paulo, 2008.
- PEIXOTO, Eduardo M. Silício. Elemento Químico. Novembro, 2011.
- PROINFA. Programa de incentivos as fontes alternativas de energia elétrica. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/tecnologias_contempladas.html>. Acesso em 17, jan. 2013, 15:40:35.
- REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st century. Renewables 2013. Global Status Report. 2013.
- RIMA. Processo verde de Produção do Silício Grau Solar. International Energy Initiative Venture Inova FV. Rima Industrial S.A. Março, 2011.
- SERODIO, Leonardo M. Estudo da Arte da obtenção de silício grau solar. Rio de Janeiro: Junho, 2009.
- SILVA, Selênio T. Fundamentos em Fontes Alternativas de Energia: Energia Fotovoltaica. Curso de Engenharia Elétrica da UFMG. Maio, 2013.
- TAFNER, E. P; SILVA, R. Apostila de metodologia científica. ASSEVIM, 2007.
- TOMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. Estudos avançados 26 (74), 2012.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Energia Solar. Piracicaba, 2013.
- VIANA, Trajano. Energia Solar Fotovoltaica – Geração de Energia Elétrica a partir do Sol. 2011.
- WANDERLEY, A. C. F; CAMPOS, A. L.P S. Perspectivas de inserção da Energia Solar Fotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte. Holos, Ano 29, Vol 3.3. Julho, 2013.

VII. COPYRIGHT

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

BIOMASSA RESIDUAL PARA A COGERAÇÃO

MÔNICA OLIVEIRA DE ARAÚJO MABUB¹, CLÁUDIO HOMERO FERREIRA DA SILVA¹, MARCO AURÉLIO DUMONT PORTO¹.

1 – CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.

monica.mabub@cemig.com.br, chomero@cemig.com.br, corelio@cemig.com.br,

Resumo - O desenvolvimento dos países e a qualidade de vida das pessoas dependem fundamentalmente, da disponibilidade de energia elétrica. Quanto mais um país se desenvolve, mais se torna necessário aumentar a produção de energia. Em contraponto a este cenário de desenvolvimento econômico e social, presencia-se a realidade da busca incessante pela preservação do meio ambiente, utilizando com consciência os recursos naturais. Para isso procura-se ampliar a capacidade de geração de energia elétrica melhorando o aproveitamento das fontes convencionais, mas também é necessário pesquisar, desenvolver e amplificar a utilização das novas fontes de alternativas. Neste sentido o artigo apresenta uma reflexão sobre o uso de biomassa, evidenciando os benefícios da cogeração de energia. Neste sentido, essa fonte terá uma significativa contribuição para a sociedade, decorrente de seu benefício ambiental e econômico.

Palavras-chave: Biomassa. Energia Elétrica. Cogeração.

I. INTRODUÇÃO

Um dos principais recursos alternativos de energia que contribui para a diversificação da matriz energética é a biomassa, considerada hoje como uma das fontes energéticas com maior potencial de crescimento. A partir da biomassa é possível alcançar a produção de energia térmica, elétrica e de biocombustíveis. Estes produtos têm consumo crescente para auxiliar a redução do consumo de derivados do petróleo e recursos não renováveis [1].

A biomassa é o termo utilizado para englobar todo recurso renovável originado da matéria orgânica vegetal ou animal, sendo considerada, portanto, uma fonte primária de energia. O uso desse energético contribui para a redução de rejeitos orgânicos no meio ambiente e por consequência reduz as emissões de gases de efeito estufa, colaborando para sustentabilidade e melhor aproveitamento dos recursos naturais [2].

Analisando as condições climáticas do país, sua expansão territorial e a expertise em programas para desenvolvimento de alternativas energéticas como o Proálcool e o Programa Nacional de Biodiesel, verifica-se que o Brasil detém potencial para liderar a produção de energia através da biomassa. Ao utilizar recursos vegetais característicos de diferentes regiões do país agrega valor à produção agrícola, além de possibilitar o desenvolvimento econômico do Brasil [3].

Neste artigo procurou-se discutir as principais tecnologias de aproveitamento energético da biomassa, focando o processo de geração de energia elétrica e cogeração. O objetivo principal é evidenciar o potencial desta fonte renovável para o cenário atual brasileiro de oferta de energia. O trabalho consiste numa pesquisa bibliográfica que aborda o conceito de biomassa, enfocando seus principais resíduos para geração de energia elétrica no Brasil: cana-de-açúcar e resíduos florestais.

II. MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) (2013 – ano base 2012), 42,4% da matriz energética refere-se às fontes renováveis de energia, sendo que 24,5% advêm da biomassa e seus derivados (Figura 1) [4].

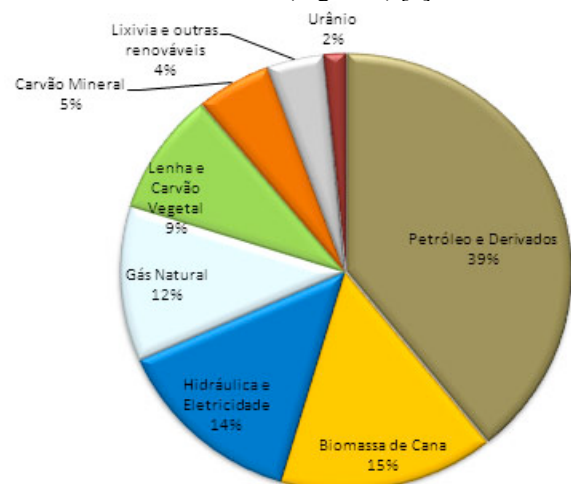


Figura 1 - Matriz Energética Nacional – Oferta interna de energia (Adaptado)
Fonte: [4]

A partir dessa análise, é vital para o país planejar a utilização desses recursos energéticos, principalmente a cana de açúcar, lenha e seus derivados. O elevado consumo de açúcar e etanol no mundo acarreta aumento na demanda pela cana de açúcar, assim, os países têm buscado alternativas para aumentarem a produção e produtividade de seus canaviais [5] e gerando dinâmica de preços de mercado. O Brasil apresenta potencial de crescimento no setor sucroalcooleiro com programas de biocombustíveis, sendo um modelo pra diversos outros países, além de ser o

maior produtor e consumidor mundial. O país apresenta grandes vantagens no mercado internacional, por dominar a tecnologia de produção tanto na parte agrícola quanto na industrial e apresentar o menor custo de produção do mundo. Existe no Brasil uma oportunidade única de implantar um programa nacional de desenvolvimento baseado na produção de etanol, visando o abastecimento do mercado nacional, mundial e na "exportação" das tecnologias brasileiras de produção. Mas para isso é mandatório que se viabilize um programa bem estruturado, já que o cenário mundial passa a adotar de forma significativa e estável o etanol como substituto dos combustíveis fósseis. É necessária uma ação coordenada do governo brasileiro para o fomento de países potenciais produtores e consumidores de etanol, abordando os diversos agentes nacionais, sejam eles públicos ou privados.

A biomassa detém grande potencial no setor de geração de energia elétrica, principalmente de forma distribuída, além da sua utilização para outros fins como produção de álcool, queima em fornos, caldeiras dentre outros usos. A maior parte do país está localizada em regiões tropicais e chuvosas, que oferecem ótimas condições para a produção e o uso energético da biomassa em grande escala [6].

Com relação à utilização da biomassa para obtenção de energia elétrica, esta ocorre exclusivamente através de centrais autoprodutoras (empresas que geram energia para suprir, integral ou parcialmente, sua demanda elétrica). Os combustíveis utilizados são em especial o bagaço de cana (usinas de açúcar e álcool), o licor negro (fábricas de papel e celulose) e a lenha (diversas indústrias) [7].

Segundo o Banco de Informações de Geração (BIG) da ANEL, atualmente o Brasil possui um total de 2.779 usinas em operação com uma capacidade instalada de 130 GW. As usinas de origem hídrica apresentam uma percentagem de 37,64% em relação ao total de usinas e são responsáveis por 69,22% da geração elétrica brasileira [8].

Em 2001, as hidrelétricas representavam cerca de 84% da capacidade instalada no país. Em 2013, essa participação caiu para 64% (Figura 2). Esse fator se deve a diversificação da matriz elétrica em outras fontes de energia, tais como as termelétricas e as usinas de biomassa [8].

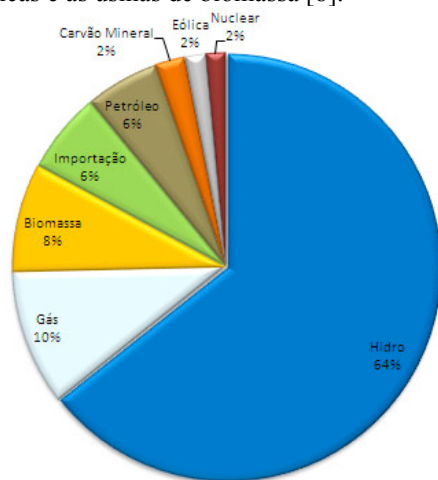


Figura 2 - Matriz Elétrica Nacional – Oferta interna de energia (Adaptado) Fonte: [8]

Um dos principais fatores positivos da biomassa é que, apesar de sua baixa eficiência, seu aproveitamento é feito de maneira direta, por intermédio da combustão em fornos e

caldeiras. A alternativa para aumentar a eficiência do processo tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão mais eficientes, a exemplo da gaseificação e pirólise (comuns à cogeração em sistemas que utilizam a biomassa como fonte energética) [6].

A biomassa é a única modalidade de energia renovável que utiliza técnicas de conversão conhecidas para sua transformação em combustíveis gasosos, líquidos ou sólidos. Atualmente é possível fornecer energia gerada a partir de biomassa em diversas aplicações energéticas, desde aquecimento até sua utilização como combustível nos meios de transporte [9].

III. PRINCIPAIS TECNOLOGIAS PARA BIOMASSA

O aproveitamento energético da biomassa pode ser feito através de processos físicos, biológicos e termoquímicos. Os processos físicos compreendem a extração de óleo das sementes por prensagem mecânica. Os processos biológicos incluem a digestão anaeróbica e fermentação e os processos termoquímicos são representados principalmente pela combustão direta, gaseificação e pirólise.

Será descrito com maior detalhe as principais tecnologias relacionadas aos processos termoquímicos e biológicos.

3.1 Combustão direta

A combustão direta é um processo de reação química de oxidação de materiais combustíveis, no qual o oxigênio do ar reage com um combustível (biomassa) liberando calor, geralmente na forma de gases a altas temperaturas [10]. Os gases provenientes da queima direta são enviados para os sistemas de tratamento e remoção de poluentes e posteriores retenções de partículas finas através dos filtros e então são lançados ao meio ambiente através de chaminés [11].

A combustão direta ocorre em processos de cocção de alimentos, fornos e caldeiras a vapor. Porém o processo de combustão é muitas vezes ineficiente devido à alta umidade (aproximadamente 20% para o caso da lenha) e a baixa densidade energética do combustível (palha, resíduos e lenha), o que dificulta o seu armazenamento e transporte [6]. Um método eficiente para maximizar o conteúdo energético das biomassas é a compactação dos resíduos a fim de se obter um produto final de alta densidade energética, como por exemplo, os briquetes que são blocos maciços de materiais energéticos, geralmente feitos a partir resíduos de madeira em geral.

Para o rendimento calorífico atingir as medições requeridas faz-se necessário que a forma seja a mais econômica possível. Para isso é imperativo que a combustão seja eficiente em relação à quantidade e a mistura de ar combustível, além de prezar pela transferência do máximo calor da combustão para o material a ser aquecido. Este método busca, portanto, o maior rendimento da combustão [10].

3.2 Pirólise

A pirólise também chamada de destilação destrutiva é um processo de degradação térmica de combustíveis sólidos em ausência total de um agente oxidante. Para seu efetivo desenvolvimento, a pirólise necessita de uma fonte externa de calor no qual permite a transformação do combustível

sólido (biomassa) em três produtos: sólidos, líquidos e gasosos [12].

As etapas da pirólise se dividem em dois grandes grupos de acordo com temperatura do processo, a granulometria da matéria prima e a velocidade de aquecimento do combustível: pirólise lenta e pirólise rápida.

- No processo de pirólise lenta é gerada como produto final uma matriz sólida (carvão) no qual apresenta uma densidade energética superior ao material de origem. Nesta etapa, a temperatura normalmente se encontra na faixa de 300°C a 500°C na ausência total de ar, até que o material volátil seja retirado da matéria prima inicial [6].
- A pirólise rápida é um processo que ocorre em altas temperaturas no qual requer partículas de biomassa finamente moídas para serem rapidamente aquecidas em torno de 650°C. A Figura 3 representa os produtos formados durante a etapa da pirólise rápida, bem como as percentagens dos mesmos [12], onde é possível verificar que trata-se de uma rota que é conduzida para obtenção principalmente de líquidos de maior densidade impedindo a formação significativa de carvão vegetal [12]. O bio-óleo, também conhecido como óleo de pirólise, é o principal produto advindo da pirólise rápida, sendo representado por 75% do processo. Apresenta uma coloração marrom escura e possui como características energéticas um alto poder calorífico. São facilmente transportados e estocados além de apresentar menor custo que as biomassas sólidas de menor densidade [13].

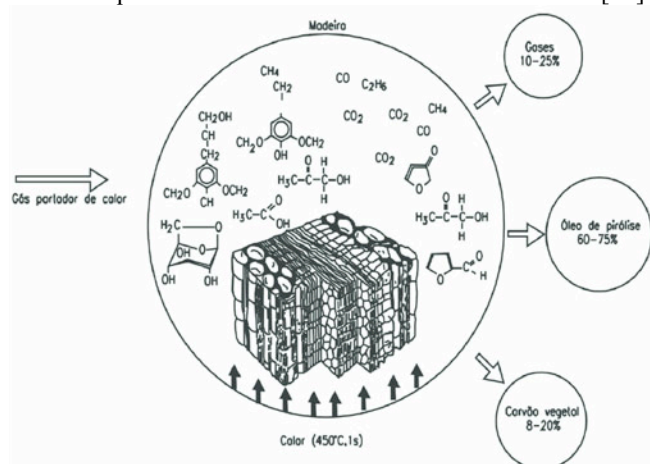


Figura 3 - Produtos resultantes do processo de pirólise rápida
Fonte: [12]

3.3 Gaseificação

Gaseificação é um processo termoquímico de conversão da biomassa, ou de qualquer combustível sólido, em um gás energético, através da oxidação parcial a temperaturas elevadas [6]. Pode-se considerar a gaseificação um processo intermediário entre a pirólise e a combustão, como mostra a Figura 4. Dessa forma, diferentemente da combustão, este processo não permite a oxidação completa, envolvendo oxigênio em quantidades inferiores à estequiométrica [12].

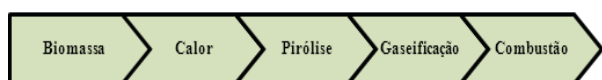


Figura 4 - Processos termoquímicos da Biomassa (Adaptado)
Fonte: [12]

Há vários tipos de reatores com grandes diferenças de temperatura e/ou pressão. Os reatores mais comuns são os gaseificadores de leito fixo e os de leito fluidizado.

- Os gaseificadores de leito fixo representam a maior parte em operação no mundo e tem como principal vantagem a simplicidade operacional. Esses tipos de reatores vêm sendo implantados em pequena escala e normalmente operam a temperatura de 1.000°C [14]. Existem dois grandes subgrupos de gaseificadores de leito fixo: os de circulação de gases contracorrente (onde a biomassa é alimentada no topo do reator e desce em contracorrente ao ar) e os de corrente paralela (onde a biomassa e o ar se movem no mesmo sentido) [11].
- Os gaseificadores de leito fluidizado apresentam elevadas taxas de produção de calor, apresentando como vantagem a distribuição uniforme da temperatura o que possibilita um melhor contato entre a biomassa e o gás [13]. Os reatores de leito fluidizado podem ser do tipo leito borbulhante ou leito circulante. A diferença básica entre os dois é a velocidade com que o material atravessa o leito. No tipo circulante o material atravessa o leito com uma velocidade superior em relação ao tipo borbulhante, o que possibilita uma melhor mistura do ar com o combustível. Os gaseificadores de leito fluidizado são mais elaborados de se operar do que os leitos fixos e por este motivo são empregados, na maioria das vezes, em grandes instalações [11].

3.4 Digestão anaeróbica

A digestão anaeróbica consiste em um processo de decomposição da matéria orgânica pela ação das bactérias na ausência de oxigênio. Trata-se de um processo tecnológico bastante simples que ocorre de forma natural nos compostos orgânicos. [15].

Existem vários processos de obtenção de energia a partir da conversão da matéria orgânica, de acordo com o tipo de material e energia desejada. No entanto, a digestão anaeróbica com aproveitamento energético do biogás gerado é o processo mais viável para obtenção de energia através da decomposição dos resíduos orgânicos [15].

O biodigestor é o local onde ocorre o tratamento e o aproveitamento energético dos resíduos orgânicos. Para a produção de biogás, é necessário que a matéria orgânica esteja adequada em condições específicas de umidade e temperatura. A própria ação das bactérias provoca o aquecimento do processo de digestão, sendo a temperatura ideal em torno de 35°C. O produto resultante, biogás, é uma mistura gasosa de dióxido de carbono e gás metano com potencial energético em torno de 5.500 kcal/m³. O lodo gerado pelo processo pode ser usado como fertilizante orgânico para as plantas [6]. Outra possibilidade de uso energético do lodo é a sua secagem seguida da incineração ou mesmo úmido ser alimentado em um sistema de gaseificação, produzindo calor e se for o caso, devido a escala, energia elétrica.

3.5 Fermentação

Outra tecnologia de aproveitamento energético para obtenção da biomassa é a etapa da fermentação, que é um processo biológico anaeróbico (na ausência de oxigênio) com a função de quebrar uma substância em compostos mais simples. Os açúcares de plantas como milho, beterraba

e cana de açúcar são convertidos em álcool pela ação dos microrganismos. Pode-se obter etanol ou metanol como produto final dependendo do tipo de biomassa utilizada para o processo biológico [16].

Desde a década de 1920 o país utiliza o etanol como aditivo da gasolina e somente se estabeleceu na indústria como combustível após a criação do programa Proálcool, de 1975. Em relação às emissões de gases do efeito estufa, afirma-se que a utilização de etanol reduz as emissões em cerca de 90%, diminuindo assim a poluição atmosférica nos centros urbanos. Adicionado a este fato, sua produção é caracterizada pelo baixo consumo de fertilizantes e defensivos agrícolas, apresentando baixos níveis de perdas no solo [16].

O desenvolvimento da produção de etanol combustível em larga escala no país ocasionou a necessidade de se investir no desenvolvimento de tecnologias para o setor da agroindústria canavieira. Para superar os custos de produção

e os baixos preços no mercado, o setor agroindustrial da cana aperfeiçoou seus processos de fermentação com melhorias nos sistemas de moagem e destilação obtendo ganhos de produtividade na fermentação, além do aumento da produção agrícola [17].

O ingresso de veículos biocombustíveis (*flex fuel*) no mercado brasileiro foi um fato marcante na década de 2003 para o setor sucroalcooleiro. Os veículos *flex* levaram ao rápido aumento na produção de etanol da cana. A partir da análise da Figura 5, pode-se observar a evolução da produção de veículos leves movidos a diesel, gasolina, etanol e *flex fuel*. Entre os anos de 2003 e 2010 observou-se a extinção dos veículos leves movidos a diesel em contrapartida do impulso da produção dos veículos *flex* em detrimento dos exclusivamente a gasolina ou álcool. O retrato do setor em 2010 revelou que 86% das vendas nacionais de carros 0 km foram da categoria *flex*, impulsionando o consumo de etanol hidratado [18].

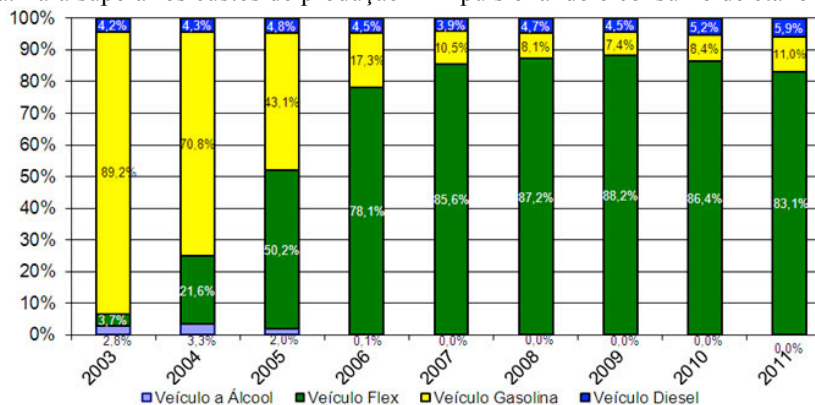


Figura 5 – Participação dos veículos leves por tipo de combustível nas vendas internas
Fonte: [18]

O cenário recente do etanol no Brasil apresenta dificuldades de abastecimento do combustível, aumento dos preços e necessidade de importação do produto. Em média, o preço do etanol hidratado alcançou valores 40 % superiores ao mesmo período de 2010. Como o preço do álcool anidro, que é misturado a gasolina, também aumentou nesse mesmo período, o preço da gasolina foi impactado, aumentando em torno de 15 % [18].

Em função dessa dinâmica de preços, pela primeira vez desde 2003, quando os veículos *flex fuel* foram introduzidos, o consumo de álcool hidratado se reduziu em 2010 (queda de 8 % em relação a 2009). Como consequência, a demanda de gasolina, que ganhou competitividade em relação ao etanol, teve incremento de 17 % em 2010 [17].

Vários fatores contribuíram para esta modificação significativa de cenário, especialmente o desequilíbrio criado entre oferta e demanda. Houve um aumento significativo da demanda por etanol, impulsionada pelo setor automotivo com os carros *flex*, enquanto, por outro lado, a oferta de etanol foi bastante afetada pela crise financeira mundial. Tal desequilíbrio foi, ainda, agravado por algumas questões, tais como: elevação do preço do açúcar no mercado internacional, com consequente aumento da destinação da cana para a produção de açúcar, e condições climáticas não favoráveis, que acarretaram problemas nas últimas safras de cana de açúcar [17].

Analisando, portanto, a atual conjuntura do mercado nacional de etanol combustível, fica notória a necessidade de processos alternativos que busquem diminuir a

dependência da produção nacional de etanol em relação a cana de açúcar, para evitar que se tenha toda uma matriz energética concentrada em apenas um cultivo.

IV. SISTEMA DE COGERAÇÃO

A cogeração é o método de geração simultânea e combinada de energia térmica e energia elétrica ou mecânica a partir de uma mesma fonte de energia primária (Figura 6) [19].

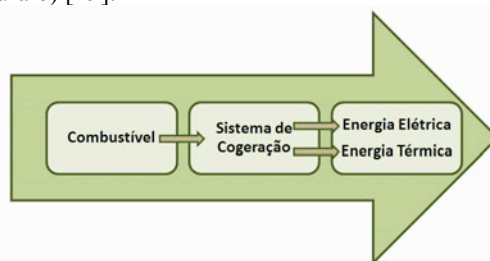


Figura 6 - Representação esquemática do sistema de cogeração (Adaptado)
Fonte: [20]

No Brasil e no mundo o processo de cogeração pode ser dividido em tradicional e moderno. A cogeração tradicional apresenta como motivação básica a autossuficiência em energia elétrica, utiliza equipamentos de geração predominante como turbinas a vapor e combustíveis residuais como bagaço. A cogeração moderna tem como motivação básica a venda de excedentes e redução de

emissões utilizando turbinas a gás e ciclos combinados e todos os tipos de combustíveis, seja fóssil ou biomassa [21].

Os sistemas de cogeração apresentam duas principais características, que ultimamente estão em foco e atraem a atenção dos investidores. Essas características são: alto rendimento, tornando o investimento interessante ao analisar a relação combustível versus energia gerada; e descentralização na geração de energia, que é tema discutido amplamente no mercado como uma das alternativas viáveis à solução dos problemas de energia apresentados pelo contexto atual energético [21].

É observada a seguir a comparação entre um sistema convencional de geração de energia termelétrica e um sistema de cogeração quanto ao rendimento de ambos os sistemas.

- Um sistema convencional de energia termelétrica apresenta fundamentalmente uma caldeira e uma turbina a vapor. A caldeira é alimentada pelo combustível que será queimado produzindo vapor a alta pressão. Esse vapor é levado para turbina a vapor que acionará o gerador elétrico. Um gerador termelétrico tradicional apresenta uma grande eficiência, porém a maior parte da energia contida no combustível é transformada em calor e dissipada para o meio ambiente (Figura 7) [21].

Gerador Termelétrico

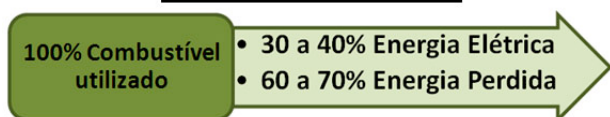


Figura 7- Geração de energia no processo tradicional (Adaptado)
Fonte: [21]

- Já em um sistema de cogeração o calor gerado não é todo perdido para o ambiente, sendo utilizado para produção de calor e energia. Com isso a eficiência do sistema de cogeração é superior em relação ao sistema convencional. É observado na Figura 8 que o calor perdido é bem menor cerca de 10 a 20% de perda enquanto que na Figura anterior o calor perdido foi em torno de 60 a 70% [21].

Gerador com Cogeração

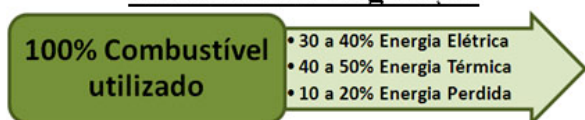


Figura 8- Geração de energia no processo de cogeração (Adaptado)
Fonte: [21]

O atual cenário do setor elétrico sofre um período de poucos investimentos em geração e transmissão de energia, impactando em déficits de geração e transporte. Assim, a cogeração, como geração descentralizada se apresenta com grande atratividade para os consumidores e sociedade em geral. A cogeração se configura como um sistema de autoprodução de energia elétrica que gera benefícios inquestionáveis aos que a utilizam. O primeiro deles se traduz na redução de custos operacionais.

A participação do valor do consumo de energia elétrica em muitas empresas é grande, desencadeando na sequência de produção o acúmulo desses custos até seu reflexo no valor final do produto. Neste sentido, a possibilidade de aumentar a eficiência no aproveitamento da energia é sempre uma alternativa atrativa. Em segundo lugar a cogeração se firma na confiabilidade sistêmica, pois ela se

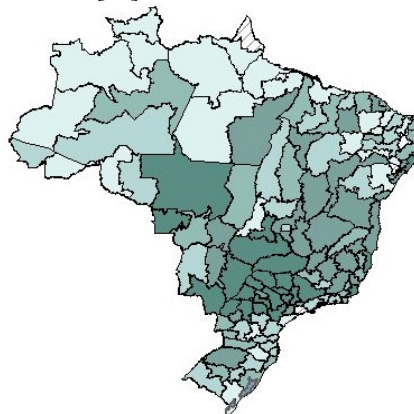
configura como um sistema de autoprodução de energia. De modo descentralizado e baseado em equipamentos reconhecidamente confiáveis, o fornecimento de energia não está atrelado à rede principal, sujeita a interrupções [20].

V. PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E COGERAÇÃO NO SETOR SUCROALCOOLEIRO

Os altos níveis de produtividade atingidos pela lavoura canavieira, somados aos ganhos nos processos de obtenção da biomassa sucroalcooleira, geram grande quantidade de resíduos orgânicos sob a forma de bagaço e palha, que interligadas aos principais sistemas elétricos que atendem a grandes centros de consumo, principalmente na região sul e sudeste, consolidam a cana de açúcar como energético no Brasil [22]. Na Figura 9 pode-se visualizar que a produção de cana de açúcar se concentra no estado de São Paulo e estados adjacentes [23].

Na Figura 10 evidencia-se o potencial de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento dos subprodutos do setor sucroalcooleiro (bagaço e palha) relevantes ao processo de cogeração, destacando o Estado de São Paulo [24]. A CEMIG possui um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&D) nº GT453 que explora os gargalos tecnológicos para a produção de eletricidade utilizando a vinhaça.

A eficiência do processo de obtenção da biomassa está intimamente ligada ao desenvolvimento tecnológico do setor. Este processo produz simultaneamente energia térmica (proveniente da queima do bagaço e da palha da cana – calor este que atende às necessidades térmicas da produção de açúcar e etanol) e energia mecânica/elétrica (a energia em forma de calor move turbinas, que por sua vez movem equipamentos de moagem ou geradores de eletricidade). A energia elétrica gerada é aproveitada na própria usina e o excedente pode ser ofertado ao mercado [24].



| Legenda | | | | | |
|--|---|------------|------------|------|-----|
| Variável = Quantidade produzida (Tonelada) | | | | | |
| Lavoura temporária = Cana-de-açúcar | | | | | |
| Ano = 2006 | | | | | |
| Nível Territorial = Mesorregião Geográfica | | | | | |
| Cor | De | Até | Frequência | % | |
| | 288 | 22.763 | 26 | 19,0 | |
| | 23.859 | 90.057 | 27 | 19,7 | |
| | 91.470 | 454.496 | 26 | 19,0 | |
| | 512.785 | 2.388.793 | 27 | 19,7 | |
| | 2.737.062 | 84.058.409 | 27 | 19,7 | |
| //// | Ausência de dados, (-) ou valor desidentificado | | | 4 | 2,9 |

Figura 9 - Produção de cana de açúcar no Estado Brasileiro
Fonte: [23]

VI. PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E COGERAÇÃO NO SETOR FLORESTAL

Da matriz energética brasileira, atualmente, 13,9% dela corresponde à biomassa proveniente da madeira. A biomassa florestal é representada por resíduos urbanos, industriais ou florestais e plantações de florestas energéticas [26]. Apesar deste cenário, a produção de energia elétrica a partir da biomassa florestal ainda é pequena.

As produções de madeira nas formas de lenha, toras, ou carvão vegetal são potenciais geradores de energia elétrica, uma vez que sua produção resulta grandes quantidades de resíduos. O potencial de transformação da energia contida nos resíduos vegetais é proporcional ao poder calorífico desses resíduos [27].

Outro fator que merece ponderação no estudo econômico de implementação de uma usina de aproveitamento é o transporte dos resíduos até mesma. O gênero da atividade que origina os resíduos (como tipo de produção de madeira, atividade extrativista ou reflorestamento) também é fator importante na distribuição espacial dos resíduos gerados. O aproveitamento de resíduos pode se tornar economicamente inviável quando a extração é seletiva e o beneficiamento é descentralizado [6].

Os estados brasileiros que apresentam o maior potencial de aproveitamento de resíduos provenientes da madeira, que contribuem para a geração de energia elétrica são: São Paulo (reflorestamento) e Pará (extrativismo). Estes dados são ilustrados na Figura 11. Minas Gerais também se apresenta como um estado promissor para tal aproveitamento devido significativa fração de florestas plantadas, que possuem o seu uso associado a produção de carvão vegetal. O aproveitamento de resíduos do processo de carbonização é objeto de um projeto de P&D no âmbito do Programa Cemig/Aneel nº GT 358 e que visa essencialmente em se levantar dados consolidados para a implantação de negócios deste setor.

O processo mecânico, físico e químico pelo qual as toras de madeiras são submetidas é responsável por gerar uma grande quantidade de resíduos no setor florestal. Este segmento é exemplo forte do processo de cogeração. Quando comparada com os processos tradicionais de obtenção de energia, a cogeração apresenta larga vantagem em termos de eficiência de processo [28].

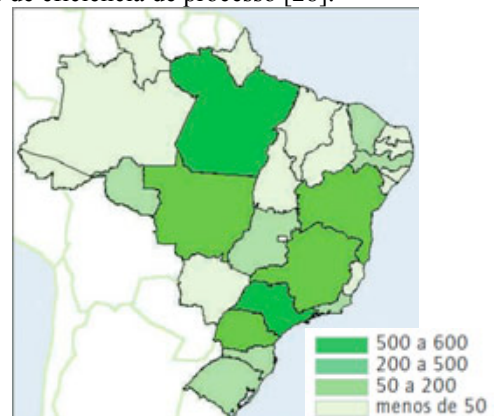


Figura 11 - Potencial de geração de eletricidade através do aproveitamento de resíduos da madeira (GWh/ano)

Fonte: [6]

Quando utilizada no segmento florestal, a cogeração transpõe novos obstáculos, especialmente porque a

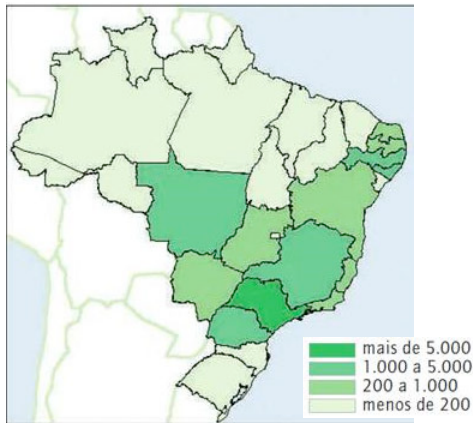


Figura 10 - Potencial de geração de eletricidade através do aproveitamento da cana de açúcar (GWh/ano)

Fonte: [6]

O grande diferencial deste processo está exatamente no excedente que pode ser direcionado para o sistema elétrico nacional. Esta vertente de atuação é recente e seu potencial ainda está sendo explorado [25]. A comercialização do excedente de energia elétrica proveniente da cogeração de biomassa surgiu de maneira acanhada no mercado, em meados da década de 80. Somente em 2001, quando o Brasil enfrentou dificuldades em relação à oferta de energia, é que a biomassa passou a ser encarada como uma fonte alternativa de energia interessante. Neste momento, programas do governo entraram em ação, como racionamento de energia e racionalização de seu uso. A partir de então, as políticas públicas passaram a valorizar as fontes alternativas de energia, com baixos períodos de instalação e emissões de carbono [25].

Logo após o período de recessão energética, vieram à tona várias políticas de iniciativa público/privada visando à estimulação da implementação de alternativas energéticas no cenário Brasileiro. Algumas indústrias revitalizaram seu maquinário e equipamentos, substituindo-os por caldeiras de maior resistência e temperatura mais elevada, proporcionando o melhor aproveitamento do bagaço de cana, além de gerar maior quantidade útil de vapor e energia térmica. Os ganhos foram expressivos em quantidade de vapor, uma vez que eles crescem com o aumento das dimensões das caldeiras. Assim, os excedentes de vapor gerados puderam ser destinados a mover turbinas e geradores (impulsionando a venda do excedente a terceiros) [25].

Para as usinas de cana de açúcar, o sistema de cogeração se configura como uma opção extremamente vantajosa por apresentar potencial de autossuficiência. A cogeração pode ser concebida como uma forma racional de se usar a energia já que ela a produz de duas maneiras distintas, e ainda aumenta o rendimento do processo, evidenciando um maior aproveitamento energético do material combustível [24].

Para o setor sucroalcooleiro a cogeração é mais que um processo de economia de energia, ela se faz necessário para atingir o suprimento do elevado consumo energético que uma usina tem. Atrélado a este fator, a inovação tecnológica deve ser presente para visar à máxima eficiência energética do sistema de geração de excedente que pode ser exportado pela usina [24].

cogeração não é um processo trivial. Ela demanda diversas adaptações nos processos produtivos convencionais (ordem tecnológica) que visam proporcionar a racionalização do uso da biomassa. Estas adaptações, na totalidade dos casos, implicam na absorção de novos custos operacionais de recolhimento e processamento de resíduos. Dos estudos nacionais a respeito da cogeração e da comercialização do excedente de energia, a maioria deles aborda a biomassa proveniente do bagaço de cana de açúcar, excluindo a importância existente da biomassa florestal, recurso abundante no Brasil.

Quando o potencial da indústria brasileira de processamento de madeira é avaliado, imperasse a necessidade de prosseguir com investimentos em projetos de cogeração provenientes de resíduos florestais. Em 2011 a área de Eucaliptos e Pinus representou a grandeza de 6,5 milhões de hectares, onde 74% deste era referente aos Eucaliptos. Analisando o país, verifica-se que os estados de São Paulo e Minas Gerais são os representantes de maior peso na produção das espécies, evidenciado na Figura 12 [29].

O aproveitamento da biomassa florestal como fonte de energia é uma das alternativas que apresentam maior potencial natural do país [30]. No entanto, a falta de incentivo do governo, apesar do incontestável potencial da biomassa florestal, não contribui para a consolidação da mesma como uma alternativa energética forte no País. Ao analisar o uso da madeira como fonte de energia, visualiza-se a necessidade de repensar seu uso, já que os baixos custos de produção da biomassa florestal estão intimamente ligados à alta produtividade [7].



Figura 12 - Área plantada de Eucaliptos e Pinus nos Estados do Brasil
Fonte: [29]

Analisando pelo aspecto socioambiental, a biomassa florestal apresenta diversas vantagens se cultivada de maneira sustentável. O correto manejo e utilização da biomassa não acarreta a adição de gás carbônico à atmosfera, já que o que é liberado no processo de combustão é, posteriormente, retirado da atmosfera durante a fotossíntese. Associada a esta vantagem, a utilização da biomassa em larga escala proporciona a redução do êxodo rural por apresentar índices de geração de emprego consideráveis [30].

Entretanto, para o correto aproveitamento dos potenciais que a biomassa tem a oferecer é imperativo que os *players* do setor energético reconheçam a sua importância como propulsora do desenvolvimento regional e sustentável. É necessário que exista maior fomento em pesquisa e desenvolvimento de projetos que abordem o aproveitamento da biomassa, visando o aumento da oferta de empregos e melhorias no padrão de vida das comunidades subdesenvolvidas.

VII. CONCLUSÃO

Uma das variáveis estratégicas que impulsiona a competitividade da economia brasileira se fixa no desenvolvimento sustentável do setor elétrico do país. As perspectivas deste setor são favoráveis e se direcionam para a consolidação de marcos regulatórios e institucionais. Em contraposição ao cenário mundial, o Brasil apresenta grande potencial de recursos energéticos a ser explorado, entretanto constata-se uma tendência contrária a expansão previsível e eficiente do setor elétrico com base em recursos locais.

Neste sentido a biomassa se apresenta como uma fonte promissora de alternativa energética por proporcionar desenvolvimento socioeconômico de diferentes regiões brasileiras, agregando valor econômico à agricultura, poluindo minimamente o meio ambiente, se comparada aos combustíveis fósseis.

Assim, a partir do levantamento feito neste artigo, pode-se observar a importância da biomassa proveniente da cogeração de resíduos, para o desenvolvimento sustentável da matriz elétrica brasileira. Foram apresentados conceitos das tecnologias de aproveitamento da biomassa, evidenciando os principais tipos produtivos no país (cana de açúcar e resíduos florestais).

Atualmente o recurso utilizado para produção de biomassa e conversão em energia elétrica é o bagaço de cana, principalmente por estar atrelado à alta produtividade da lavoura canavieira. A experiência operativa deste recurso encontra-se mais aprofundada, e requer para o seu pleno desenvolvimento incentivos institucionais, técnicos e financeiros do governo federal para possibilitar a implantação de um programa de cogeração na indústria canavieira.

Entretanto, o recurso com maior potencial energético para a produção de energia elétrica a partir da biomassa são os resíduos florestais, por apresentarem maiores ganhos de eficiência energética nos processos de transformação (menores índices de umidade). Para o aproveitamento de extensas áreas reflorestáveis, são necessários programas piloto para o desenvolvimento e incentivo da experiência florestal e tecnológica de usinas de alto rendimento energético. Este cenário aproveitará o potencial da biomassa florestal de modo a contribuir para a complementação do setor hidroelétrico.

Atrilado a este cenário potencial, ficou evidenciado que, embora ainda muito restrito, o uso de biomassa para a geração de eletricidade e venda do excedente energético tem sido objeto de vários estudos e aplicações. Dentre os pontos discutidos no artigo, concluem-se os seguintes como benefícios da produção de biomassa: incentivo à produção agrícola e florestal; incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias; geração energética descentralizada e potencial para venda do excedente às concessionárias locais; balanço

de carbono praticamente nulo; diminuição do êxodo rural proveniente do impulso empregatício na zona rural; e desenvolvimento sustentável.

Por fim, entende-se que o uso da biomassa na geração de energia elétrica configura-se como uma das alternativas mais viáveis para auxílio e sustentação da matriz energética brasileira, suportando nossa realidade elétrica basicamente hídrica.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3^oed. 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em 12 set. 2013
- [2] SILVA, Celso Roberto Alves et al. Energia e Ambiente – A biomassa como alternativa energética para o Brasil. Dez. 2005. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/images/online/02_artigo_4_artigos83.pdf>. Acesso em 12 set. 2013.
- [3] TORSO, Luciana Fernandes, MINUTTI, Thais de Salve. Análise e Perspectivas Ambientais referentes às aplicações da biomassa como fonte de energia alternativa. 2006. 71f. Trabalho de conclusão de curso (Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/SP)
- [4] EPE. BALANÇO ENERGETICO NACIONAL. Relatório de Síntese 2013 – ano base 2012. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2013_Web.pdf>. Acesso em 12 set. 2013.
- [5] CEMIG. 26^o Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG2011. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/26BEEMGcc.pdf>. Acesso em 12 set. 2013.
- [6] ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil 1^oed. 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em 12 set. 2013
- [7] SOARES, Thelma S. et al. Uso da biomassa florestal na geração de energia. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça, Ano IV, n.08, ago 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/floresta/l1_000gapwcajw02wx5ok04xjloyxd3fpu2.pdf>. Acesso em: 18 set. 2013.
- [8] ANEEL. Banco de Informações da Geração (2013). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>>. Acesso em: 31 ago 2013.
- [9] BIOENERGIA. Manual sobre tecnologias, projectos e instalação. Disponível em: <<http://www.greenpro.de/po/bioenergia.pdf>>. Acesso em: 31 ago 2013.
- [10] ARRUDA, Mateus Zart. Análise de combustíveis de caldeiras. 2009. 74f. Monografia - Universidade de Passo Fundo. 2009
- [11] FEAM. Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientações para governos municipais de minas gerais. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/aprov_eitamento_20energ_c3_a9tico.pdf>. Acesso em: 12 set 2013.
- [12] LORA, Electo Eduardo Silva et. al. Gaseificação e Pirólise para a conversão da biomassa em eletricidade e biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.nest.unifei.edu.br/english/pags/downloads/files/Biocombustiveis-Cap06.pdf>>. Acesso em: 13 set 2013.
- [13] SANTOS, Kássia Graciele. Aspectos fundamentais da pirólise de biomassa em leito de jorro: fluidodinâmica e cinética do processo. 2011. 261f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) Universidade Federal de Uberlândia.
- [14] SCHLITTLER, Luiz André Felizardo Silva et. al. Gaseificação de Biomassa. Diálogos da Ciência ano 7. n^o 20 Dez 2009. Disponível em: <http://dialogos.ftc.br/index.php?option=com_content&task=view&id=204&Itemid=4>. Acesso em 16 set. 2013
- [15] JUNIOR, Jorge de Lucas, SANTOS, Tânia, M. B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. Simpósio sobre resíduos da produção avícola. 12 abr. 2000 – Concórdia SC. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais65_lucas.pdf>. Acesso em 17 set. 2013
- [16] BRASIL.GOV.BR. Energia- Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/matrizenergetica/biocombustiveis>>. Acesso em 17 set. 2013.
- [17] CINELLI, Bernardo Alves. Produção de Etanol a partir da fermentação simultânea à hidrólise do amido granular de resíduo agroindustrial. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro/RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. 200p.2012.
- [18] ANFAVEA. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em 14 nov. 2013.
- [19] DRIEMEIER, Luís Henrique. Geração Distribuída. Projeto de diplomação, Porto Alegre/RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Elétrica. 76p. 2009.
- [20] Apostila de Cogeração. Notas de aula de Cogeração. Curso de Engenharia de Equipamentos. Edição de agosto de 2005. Disponível em: <http://www.professores.uff.br/dulcemar/Doc_PDF/Apostila_Cogerao_Otima.pdf>. Acesso em 19 de abril de 2013.
- [21] SANTOS, Fernando Butierres; NOVO, Luciana Morgani Alves. Fundamentos Teóricos Relacionados à Cogeração e o exemplo da Central de Cogeração Infoglobo . Projeto de obtenção de grau, Rio de Janeiro/RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. 189p. 2008.
- [22] PRETO, Elio Veit., MORTOZA, Gladson Lima. Geração de energia elétrica utilizando biomassa. 2010. 92f. Trabalho de conclusão de curso (Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Elétrica)
- [23] HENRIQUES, Rachel, Martins. Potencial para geração de energia elétrica no Brasil com resíduos de biomassa através da gaseificação. 2009. 223f. Tese de Doutorado – Programa de Pós- graduação em Planejamento Energético – Universidade Federal do Rio de Janeiro
- [24] MIRANDA, Victor., GOMES, Ricardo Avelino. Potencial de acréscimo de energia elétrica a partir da

- cogeração no setor sucroalcooleiro no Estado de Goiás. Disponível em: <
<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/pub/conj/conj10/artigo04.pdf>>. Acesso em 19 set. 2013
- [25] CONAB- A geração termelétrica com a queima do bagaço da cana-de açúcar no Brasil – Análise do Desempenho da Sagra 2009-2010. Março 2011. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_05_15_45_40_geracao_termo_baixa_res.pdf>. Acesso em 19 set. 2013
- [26] VIDAL, André Carvalho Foster, HORA, André Barros. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. BNDS Setoral p.261-314. Disponível em: <
http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Energia/2011_03_08.html>. Acesso em 17 set. 2013
- [27] SOARES, Thelma Shirlen, CARNEIRO, Angélica de Cássia Oliveira, GOLÇALVES, Elzimar de Oliveira, LELLES, José Gabriel. Uso da biomassa florestal na geração de energia. Revista Científica electrónica de Engenharia Florestal nº80. Ago 2006.
- [28] OLIVEIRA, Denis Luis. Avaliação de Projeto de Cogeração a partir de Biomassa Florestal: Uma abordagem pela Teoria de Opções Reais. 2012. 95f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- [29] ABRAF. Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas 2012- Ano Base 2011. Disponível em: <
<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em 25 set. 2013.
- [30] ABREU, Yolanda Vieira *et al.* Aproveitamento da biomassa florestal: Produção de energia verde no Brasil. 48º Congresso SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 25 a 28 de Julho de 2010 – Campo Grande – MS. Disponível em: <
<http://www.sober.org.br/palestra/15/490.pdf>>. Acesso em 27 out. 2013

IX. COPYRIGHT

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

MÉTODO PARA DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO BASEADO NA ENGENHARIA DE VALOR E DFA EM UM AMBIENTE DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA

PAULO HENRIQUE PALMA SETTI¹; OSÍRIS CANGIOLIERI JÚNIOR¹
1 – PUCPR - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
paulo.p.setti@electrolux.com.br;osiris.cangioli@pucpr.br

Resumo – A mudança conceitual na política de desenvolvimento deve ser o ponto crucial para o sucesso das organizações. E, essa mudança, deve ocorrer em todos os níveis hierárquicos das empresas e ser o alicerce das atividades do dia a dia das equipes multidisciplinares de projeto. Nessa direção, a busca por alternativas metodológicas que agreguem funções ao produto e que utilizem soluções que equilibrem a relação entre o valor percebido pelo consumidor final e o custo para fabricação, pode ser o divisor de águas entre o sucesso ou fracasso de um novo desenvolvimento. Este estudo tem como objetivo propor um método de iteração entre os modelos de Engenharia de Valor e os modelos de DFA (Projeto Orientado a Montagem), auxiliando assim o grupo integrado de projetos a trabalhar em um ambiente de Engenharia Simultânea, com o propósito de gerar e avaliar soluções que contemplem os requisitos técnicos e dados de entrada de um novo desenvolvimento, atendendo e superando as expectativas de qualidade almejadas pelos consumidores a um menor custo possível de matéria prima e mão de obra para fabricação.

Palavras-chave: Desenvolvimento Integrado de Produtos, Gerenciamento de Projetos. Projeto Orientado a Manufatura e Montagem. DFA. DFM. Engenharia de Valor.

I. INTRODUÇÃO

No atual cenário econômico e de mercado ocorrem mudanças constantes no sistema produtivo. Os impactos que interferem nesse processo são, na maioria das vezes, acordos globais macro e micros econômicos, com reflexos diretos numa concorrência cada vez mais agressiva, com constantes investimentos em novos materiais, processos de fabricação e tecnologia. Paralelo a isso, cresce exponencialmente o grau de exigência do consumidor por produtos cada vez melhores e que atendam suas necessidades. Necessidades estas que mudam diariamente frente às novidades geradas por produtos mais inovadores a cada novo lançamento.

Para enfrentar estes desafios, é necessário que as organizações e seus processos internos se mantenham em permanente melhoria, operando dinamicamente conforme a evolução tecnológica no seu ramo de atividade. Nesse ambiente, a permanência da empresa na competição de mercado se dá pelo posicionamento estratégico desta em relação a seus concorrentes, incorporando competitividade em

seus produtos. Isso se consegue com o domínio conceitual e prático das metodologias de desenvolvimento de produtos e o aprimoramento da interpretação dos resultados das ferramentas utilizadas em cada uma das fases e etapas do processo de desenvolvimento integrado de um novo projeto.

Partindo do pensamento prático, que desenvolver novos produtos é fundamental para qualquer ambiente industrial que almeje ser competitivo no mercado globalizado e que, a cada dia, esse mercado se torna mais saturado de concorrentes e com uma demanda crescente de inovações para atender e criar novos desejos ao público consumidor. Nota-se que as ações tomadas longo do ciclo de vida dos produtos visando alcançar maior produtividade e consequentes ganhos adicionais e melhoria no resultado financeiro, dão resultados melhores no final do desenvolvimento, reduzindo a probabilidade de fracasso comercial e técnico do projeto.

Nessas fases iniciais do PDIP (Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos) é que são definidas as principais soluções construtivas de um projeto e suas especificações [1]. Nos primeiros passos se delimitam o Projeto Conceitual, onde serão definidos os requisitos do produto. Essas condicionantes é que direcionarão as funcionalidades, as linhas que definirão seu desenho, as soluções construtivas, os pareceres técnicos pertinentes a materiais, tecnologias e processos que serão elencadas na etapa seguinte de Projeto Preliminar. Essas diretrizes serão tomadas como fundamentos do projeto.

Na fase de Projeto Conceitual buscavam-se as respostas para as seguintes perguntas: - Para quem é o produto? ; - O que é o produto? ; - O que o produto faz? (as suas funções); - Quanto vale cada função?; – Quanto custa cada função?

Já na fase de Projeto Preliminar buscavam-se as respostas para as perguntas: - Como fazer? (as soluções para cada decisão); - Qual a melhor combinação de soluções?

Também, para ilustrar, pode-se dizer que na fase Conceitual a palavra chave é FUNÇÕES; enquanto que no Projeto Preliminar a palavra chave deve ser SOLUÇÕES.

Com base neste contexto, apresenta-se o seguinte problema a ser desenvolvido neste trabalho:

É possível propor um método de Desenvolvimento Integrado de Produto para integrar as fases de Projeto Conceitual e Projeto Preliminar de maneira a aperfeiçoar a

relação entre valor e custo das funções definidas para um novo produto?

Esta resposta sendo positiva habilitaria o uso de tal método como uma importante ferramenta no auxílio ao processo de desenvolvimento de novos produtos. Seu uso poderá proporcionar uma economia significativa de tempo de concepção e busca de soluções em um novo projeto, atendendo as novas demandas impostas pelas indústrias de bens de consumo. Além disso, pode ainda resultar em configurações de produtos extremamente mais equilibrados nos quesitos valores agregados e custos, isto é, produtos com atributos de alta qualidade que valem em termos de importância para o consumidor final, tanto quanto custam, em termos de matéria prima e industrialização.

II. DEFINIÇÕES PARA METODOLOGIA

Engenharia Simultânea. A análise e ponto de vista de representantes de todas as áreas envolvidas no ciclo de vida de um novo produto são fundamentais para compor a configuração definitiva das funções e soluções desse desenvolvimento [2, 3, 4]. A formalização das atividades de cada fase e etapa do PDIP torna o processo de desenvolvimento mais rápido e os resultados obtidos mais seguros em termos de proteção do investimento, pois busca minimizar os erros e perdas de oportunidades. Além disso, compromete todas as áreas da empresa em cada decisão a ser tomada.

A forma como se define a execução de cada atividade, e a própria sequência de etapas, envolve cada membro dessa equipe multidisciplinar de desenvolvimento na definição de cada função agregada e cada solução definida para o novo produto [5, 6]. Assim, as metodologias de desenvolvimento de projeto baseadas na Engenharia simultânea costumam ter concepção de caráter, fundamentalmente, multidisciplinar.

Processo de Desenvolvimento de Integrado de Produtos (PDIP). Pode-se definir como a forma tradicional de organização das informações e definição das etapas para criação de um novo produto. Desenvolver um novo projeto é uma tarefa complexa que envolve todas as áreas funcionais de uma empresa e exige o trabalho simultâneo de uma equipe multidisciplinar [7].

A cooperação das equipes de várias áreas de formação e interesse, dentro de uma empresa, como, Marketing, Design, Pesquisa, Engenharia de Produtos, Engenharia Industrial, Qualidade, Logística, Manufatura, Vendas e Pós Vendas, por exemplo, que, ao longo das atividades do projeto estão diretamente ligadas ao sucesso de um produto [7, 8] (EL MARGHANI, 2011; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Esse ciclo o de desenvolvimento de produtos segue a seguinte sistemática: projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Nessa sequência e através de seus processos a empresa é capaz de criar novos produtos, mais competitivos, em menor tempo e podendo atender à constante evolução e demanda do mercado.

Projeto Conceitual. O primeiro passo no início de um novo desenvolvimento é buscar a conceitualização do produto que, por fundamento, é a representação de um objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais. Logo, conceito é uma abstração que depende de estímulos para serem extraídos do âmago das ligações cerebrais humanas.

Porém definindo-se métodos e etapas formais nessa fase inicial, garante-se uma produção intelectual e prática

que independe unicamente da inspiração individual de cada membro da equipe de projeto. E, na verdade, estimula o uso de todo inventário de conhecimentos dos elementos envolvidos no novo desenvolvimento.

Então, com o foco em desenvolvimento integrado de produtos, pode-se dizer que “conceitos” são cada um dos benefícios que poderão ser adquiridos pelo consumidor, isto é, a intenção global do produto ou serviço visto da perspectiva do consumidor [9].

Esse é o momento do desenvolvimento que envolve objetividade e racionalidade, mas também subjetividade e abstração na geração das funções a serem agregadas no produto. A subjetividade é necessária para instigar o processo criativo que permite a busca de conceitos e funções inovadoras fora das convencionais. No outro sentido, a sistematização do processo se torna fundamental para ponderar o grande volume de informações geradas. O bom ou mau resultado dessa fase está diretamente relacionado com o alcance desse equilíbrio entre razão e abstração, e será decisivo para aumentar as chances de sucesso do novo produto, pois cada decisão tomada nesse ponto do desenvolvimento resulta em um produto final bastante alterado.

No final dessa fase conceitual as respostas para as seguintes perguntas devem ser alcançadas: O que o produto faz? Quanto vale cada uma das ações que ele faz? Quanto custa cada ação que ele faz?

Engenharia de Valor. No início da fase de projeto conceitual é o momento em que se definem as funções do novo desenvolvimento. E, por definição, função é um objetivo de um produto ou sistema operando em sua maneira prescrita, portanto é qualquer coisa que faz o item funcionar ou vender, isto é, é aquilo que deve ser desempenhado pelo novo bem de consumo [10]. São as características do produto que servem a um propósito e atende a uma necessidade que faz o produto funcionar e vender [11].

Muitas vezes tratada como gestão de custo ou como uma atividade paralela ao projeto, ela sofre e exerce influência em quase todas as áreas do PDIP, uma vez que seu princípio se baseia na inter-relação entre importância percebida, custos, prazos e escopo.

A razão fundamental para a abordagem da Análise de Valor é simplificar produtos e processos, objetivando obter um desempenho equivalente ou otimizado do produto, porém, com custos menores [12]. A avaliação deverá calcular o “valor” e o “benefício” de uma solução em relação a um objetivo estabelecido. A busca do equilíbrio entre o Valor – importância dada pelo cliente a determinada função do produto – e o Custo – valor monetário necessário para que aquela função seja implementada no produto – é a chave para elaboração de um estudo de Engenharia de Valor [13].

A base da aplicação da técnica AV envolve três etapas distintas: o estabelecimento das funções, a avaliação da função por comparação e o desenvolvimento de alternativas de soluções que busquem custos equivalentes ao valor [7]. Essa afirmativa coloca a Engenharia de Valor como a ponte entre as fases de projeto conceitual e projeto Preliminar.

Pois, o primeiro, tem o foco nas funções, enquanto o segundo tem o foco nas soluções.

Projeto Preliminar. O projeto preliminar do produto trabalha, de maneira quantitativa, sobre a melhor concepção desenvolvida, com o objetivo de configurar os itens que

caracterizam o produto em sua geometria e formas. Nessa etapa do desenvolvimento integrado de produtos que se faz a transição dos entes subjetivos do projeto conceitual para um estado racional onde os conhecimentos acadêmicos e formação profissional serão fundamentais para o sucesso. Nesta etapa do projeto é preciso usar toda criatividade possível, porém de maneira racional e ponderada no processo de tomada de decisão.

O foco principal nessa etapa é a busca de soluções. Essa busca poder ser que maneira intuitiva ou tácita, como também de forma sistemáticas, como por exemplo, usando o modelo de Matriz Morfológica, onde cada função é desdobrada em decisões e, para cada decisão, são listadas inúmeras soluções. Esse método permite estimular o processo criativo na busca de soluções alternativas que, além de organizar um mapa de soluções de forma mais visual possível, facilita a montagem de combinações de soluções tecnicamente possíveis, o que auxilia o processo de tomada de decisões.

A análise morfológica estuda todas as combinações possíveis entre os elementos de um componente ou produto. As regras básicas para a análise morfológica são: o problema a ser solucionado deve ser descrito com grande precisão; devem-se identificar as variáveis que caracterizam o problema e isso depende dos conhecimentos e habilidades do analista; cada variável deve ser subdividida em classes, tipos ou estágios distintos – se a variável for contínua, deve-se dividi-la em determinadas faixas ou regimes; as soluções possíveis são procuradas nas combinações entre as classes [14].

No final dessa etapa preliminar deve-se ter a resposta para as seguintes perguntas: Quais as soluções para cada decisão? Qual combinação de soluções tem o melhor equilíbrio entre valor e custo das funções? Qual a configuração final do produto?

DFM / DFA. Outra abordagem sistemática utilizada na fase de Projeto Preliminar são os modelos de Projeto Orientado para Manufatura e Projeto Orientado para Montagem (DFM e DFA respectivamente). Onde soluções alternativas são geradas tendo como objetivo principal facilitar a fabricação dos componentes, facilitar a montagem ou agrupar conjuntos de peças e simplificar a montagem em linha de produção. A integração dessas três ferramentas, Matriz morfológica, DFM e DFA, evita que dados usados desde o início do processo sejam perdidos, usados em duplicidade ou ignorados.

Design for Manufacturability (DFM) e Design for Assemble (DFA) podem ser consideradas como chave para o sucesso do método sugerido. Pois assegura a redução dos custos de manufatura através do reprojeto das partes, assim como estabelece o comprometimento da equipe de projeto com a manufatura, montagem e até desmontagem do produto e manutenção na etapa de pós-venda [15].

Essas técnicas são as vozes da manufatura e da montagem no projeto, sempre com o objetivo de elaborar as soluções de forma mais adequada possível às especificações do produto e restrições de produção. Logo, as duas maneiras de abordagem – DFM e DFA - muitas vezes, são trabalhadas juntas na etapa de busca de soluções. Buscam nas experiências passadas sistematização do conhecimento. Porém demandam a necessidade de implementação de um

ambiente de engenharia simultânea onde as diversas áreas representadas na equipe de projetos expõem suas necessidades e as tomadas decisões acontecem de maneira colegiada.

O resultado imediato da aplicação desses métodos é a redução de peças e busca de soluções mais simples [15]. O que, em última instância, dará um retorno certo em termos de redução de custo no produto final com manutenção ou, muitas vezes, melhoria da qualidade e o conseqüente aumento no retorno financeiro para empresa ou investidor [16].

III. PROPOSTA DE MÉTODO CONCEITUAL DE INTEGRAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE ANÁLISE DE VALOR E DFA

A pesquisa iniciou sobre a aplicação dos modelos conceituais de Engenharia de Valor, somados aos modelos de Projeto Orientado a Manufatura e Montagem (DFM e DFA, respectivamente), baseados na filosofia de Engenharia Simultânea, com o intuito de definir um método para desenvolvimento integrado de produtos destinados ao mercado da linha branca.

O estudo das etapas que compõem o desenvolvimento do produto mostra a importância do uso das ferramentas de auxílio no planejamento e tomado de decisões em desenvolvimentos de produtos. Com elas, nota-se uma flexibilidade e melhoria de desempenho do processo criativo e de concepção. Pois ocorre uma transferência no fluxo de informações naturalmente ao longo do ciclo de vida dos produtos [17]. O método conceitual para Desenvolvimento de Produto Orientado para a Manufatura e Montagem (DFM e DFA) integrado à análise de valor e custo funcional (AV / EV), apresentado na figura 1, busca trabalhar paralelamente às fases de Projeto Conceitual e Projeto Preliminar onde, a simultaneidade das atividades dos representantes de todas as áreas envolvidas em seu desenvolvimento e industrialização, possam gerar resultados mais eficazes nesse processo.

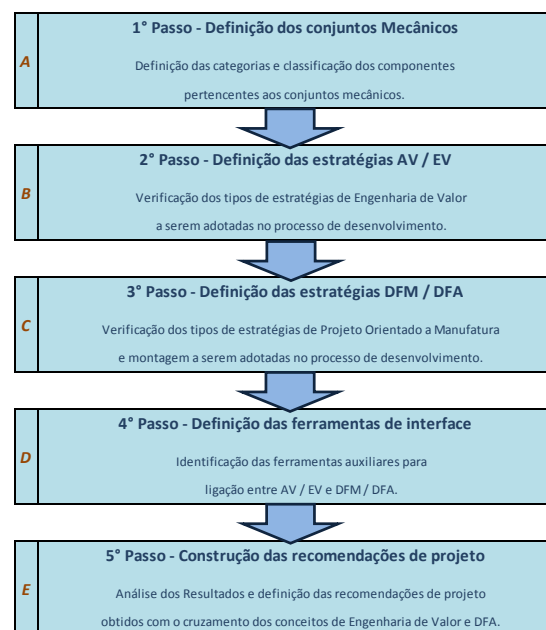


Figura 1 - Desenvolvimento do modelo conceitual do Método de Desenvolvimento Integrado de Produto Orientado para integrar as fases de Projeto Conceitual e Preliminar

Tal método permitiu que as alternativas geradas para as soluções do problema pudessem ser avaliadas de acordo com o tipo de produto em desenvolvimento e os critérios estabelecidos para as estratégias de DFA e Engenharia de Valor e, conseqüentemente, gere alternativas de projeto direcionadas ao desenvolvimento equilibrado entre valor e custo considerando, simultaneamente, requisitos das mais diversas áreas envolvidas ao longo do ciclo de vida do produto, entre elas Marketing, Design, Engenharia de Produtos, Manufatura, Logística, Qualidade, Venda e Assistência Técnica. Com isso, foi verificado que esse método resultou em redução de custos, redução de prazos de desenvolvimento e diminuição das necessidades de retrabalhos. Assim como na retroalimentação de informações entre projetos, o que demonstrou que a existência de um processo definido e estruturado é um dos principais fatores de sucesso da empresa [9]. A figura 2 deixa claro, nesse contexto, que o projeto de novos produtos deve ter seu início com o consumidor e nele terminar, formando um círculo virtuoso.

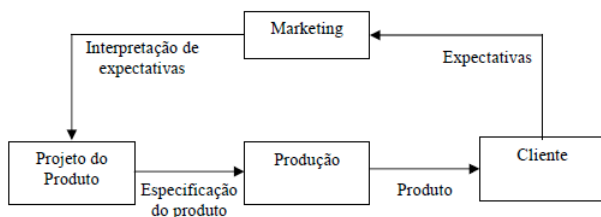


Figura 2 - O ciclo de realimentação Cliente-Marketing-Projeto

IV. ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DE VALOR

A ideia para o estudo exploratório para verificação da eficácia da proposta de método, usou como referência a busca de otimização de tempo de montagem e custo total da solução da Base Estrutural Inferior de Refrigeradores, conforme observado na figura 3. Nesse estudo foi avaliado o valor e custo das funções envolvidas no conjunto com o auxílio dos métodos de Mudge [19] e rateamento de custos [20].

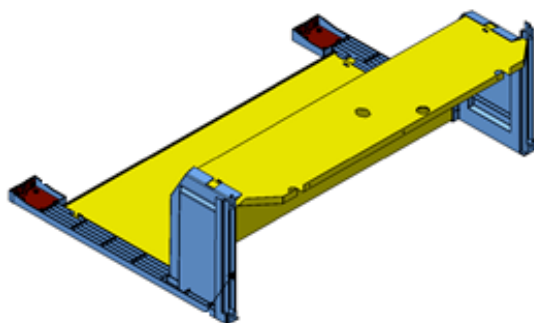


Figura 3 - Estrutura Inferior de Refrigeradores de Uso Doméstico

Com esses dados, foi montado um comparativo dos gráficos de valor e custo, antes e após a aplicação do método.

A figura 4 mostra a condição original de projeto, conforme práticas correntes. Onde estão listadas as peças envolvidas na montagem e seus respectivos custos de matéria prima (DM), assim como o custo de transformação (DL).

Para o conjunto de soluções contidos na condição original de produção, foi elaborada uma análise funcional, onde as seguintes funções desse conjunto foram listadas:

- Função A – Posicionar rede elétrica
- Função B – Vedar a espuma isolante de PU
- Função C – Posicionar tubos do sistema de Refrigeração
- Função D – Estruturar Gabinete
- Função E – Garantir montagem da Base do compressor
- Função F – Estruturar conjunto de pés deslizantes e niveladores
- Função G – Fixar Caixa Placa Eletrônica
- Função H – Possibilitar solda da Tubulação

| Steel Panel + Steel L Reinforcement | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|--------|------|---------|----------|----------------|
| Components | Material | Weight | Q'ty | DM Make | Overhead | DM Buy |
| Bottom panel | HDG Steel 0.4mm | 1,576 | 1 | \$6,02 | 40% | \$8,43 |
| Bottom panel reinforcement R | PP Carboran | 0,355 | 1 | \$2,12 | 30% | \$2,76 |
| Bottom panel reinforcement L | PP Carboran | 0,355 | 1 | \$2,12 | 30% | \$2,76 |
| Front feet reinforcement | CR steel 1,5mm | 0,055 | 2 | \$0,69 | 100% | \$2,75 |
| SEAL FOAM 6X8 | PU tape 6X8 | 3,2m | 3,2 | \$1,25 | 0% | \$3,98 |
| DL | | | | | | \$3,85 |
| DM+DL | | | | | | \$24,52 |

Figura 4 - Estrutura Inferior de Refrigeradores de Uso Doméstico – Prática corrente

Após a definição das funções, foi aplicado o método de Mudge para analisar o valor das funções em termos de importância percentual. O que resultou no diagrama contido na figura 5.

| A | B | C | D | E | F | G | H | Total de Pontos | Importância Relativa (%) | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|-----------------|--------------------------|-----|
| A | B3 | C1 | D5 | E3 | F1 | A1 | H3 | 1 | 1,3 | |
| | B | B3 | D5 | B3 | B1 | B3 | B1 | 14 | 18,7 | |
| | | C | D5 | 0 | F1 | C3 | C1 | 5 | 6,7 | |
| | | | D | D5 | D5 | D5 | D5 | 35 | 46,7 | |
| | | | | E | E1 | E3 | E1 | 8 | 10,7 | |
| | | | | | F | F3 | H1 | 5 | 6,7 | |
| | | | | | | G | H3 | 0 | 0,0 | |
| | | | | | | | H | 7 | 9,3 | |
| | | | | | | | | TOTAL | 75 | 100 |

Figura 5 - Diagrama da Mudge aplicado a Estrutura Inferior de Refrigeradores

Com as funções definidas e a lista de peças formalizada, assim como elaborada as respectivas cotações, foi possível aplicar o método de rateamento de custo para analisar o custo absoluto e percentual de cada função, através da transposição dos custos das peças em custos de funções. O que resultou na matriz de rateamento contida na figura 6.

| PEÇAS | CUSTOS (R\$) | FUNÇÕES | | | | | | | |
|--|--------------|---------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1 Bottom Panel | 8,43 | 10% | 20% | 10% | 40% | | | | 20% |
| 2 Bottom Panel Reinforcement R | 2,76 | | 10% | | 30% | 15% | 20% | 15% | 10% |
| 3 Bottom Panel Reinforcement L | 2,76 | | | 15% | 30% | 15% | 15% | 15% | 10% |
| 4 Seal Foam 6x8: 3,2m | 3,98 | 10% | 60% | 10% | | | | 10% | 10% |
| 5 Front Feet Reinforcement | 2,75 | | | | 45% | 25% | 20% | | 10% |
| 6 Bottom Panel: DL | 1,20 | 10% | 30% | 10% | 15% | | | | 15% |
| 7 Bottom Panel Reinforcement L + R: DL | 2,40 | | | 15% | 30% | 15% | 15% | 15% | 10% |
| 8 Seal Foam 6x8: DL | 0,24 | 10% | 60% | 10% | | | | 10% | 10% |
| TOTAL | 24,52 | 1,39 | 5,63 | 1,39 | 7,41 | 1,88 | 1,88 | 1,61 | 3,36 |
| | 100% | 5,6% | 23,0% | 5,6% | 30,2% | 7,6% | 7,7% | 6,6% | 13,7% |

Figura 6 - Rateamento de Custos aplicado a Estrutura Inferior de Refrigeradores

Com os resultados oriundos do Diagrama de Mudge e da Matriz de Rateamento de Custos, pode-se traçar o gráfico de comparação Valor x Custo, que é apresentado na figura 7:

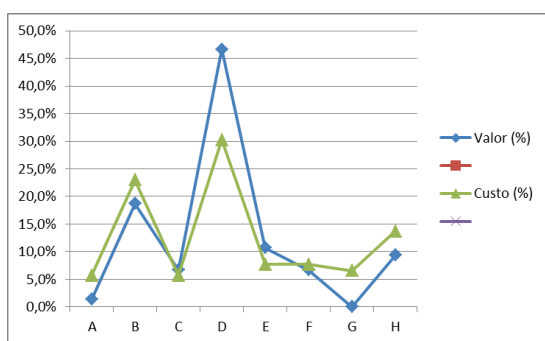


Figura 7 - Gráfico Valor X Custo da Estrutura Inferior de Refrigeradores conforme práticas correntes

Para buscar a otimização da solução, utilizou-se o método de Boothroyd-Dewhurst [18], no qual são propostas as três seguintes questões as quais verificam a necessidade real de um componente:

1. A parte, componente ou peça em análise tem movimentos relativos ao seu entorno?
2. A parte, componente ou peça em análise exige um material diferenciado para sua função/funcionalidade?
3. A parte, componente ou peça em análise precisa ser desmontada/retirada para o reparo de alguma outra?

Como todas as respostas foram NÃO para algumas montagens, pode-se propor a unificação de componentes e materiais com a finalidade de redução de custo de matéria prima e mão de obra. Resultando na figura 8, combinação de soluções que atingiu uma redução de custo de R\$ 8,35, o que representa 34,1% de economia na configuração final do conjunto e com a manutenção da qualidade percebida pelo consumidor.

| Plastic Side and Steel panel | | | | | | |
|------------------------------|------------------|--------|------|---------|----------|----------------|
| Components | Material | Weight | Q'ty | DM Make | Overhead | DM Buy |
| Bottom panel | HDG Steel 0,35mm | 1,472 | 1 | \$5,31 | 40% | \$7,43 |
| Bottom panel reinforcement R | HDG Steel 1,5mm | 0,615 | 1 | \$1,11 | 30% | \$1,44 |
| Bottom panel reinforcement L | HDG Steel 1,5mm | 0,615 | 1 | \$1,11 | 30% | \$1,44 |
| SEAL FOAM 6X8 | PU tape 6X8 | 0,8m | 0,8 | \$1,25 | 0% | \$0,99 |
| | | | | | | \$0,00 |
| DL | | | | | | \$4,87 |
| DM+DL | | | | | | \$16,17 |

Figura 8 - Estrutura Inferior de Refrigeradores - Primeira aplicação dos métodos de DFA

Os resultados obtidos já demonstraram uma grande melhoria no custo final, porém, o método proposto sugere a iteração na aplicação do conceito. Sendo assim, foram aplicadas novamente as mesmas três questões, ao fim das quais se notou uma nova melhoria nos resultados de custo. Redução de mais R\$ 1,66, o que representou mais 10,3% de economia extra, o que pode ser visto na figura 9.

| Full Plastic | | | | | | |
|--------------------------|----------------|--------|------|---------|----------|----------------|
| Components | Material | Weight | Q'ty | DM Make | Overhead | DM Buy |
| Plastic Base | PP Natural | 1,720 | 1 | \$7,14 | 30% | \$9,29 |
| Front feet reinforcement | CR steel 1,5mm | 0,055 | 2 | \$0,38 | 30% | \$0,49 |
| SEAL FOAM 6X8 | PU tape 6X8 | 0,8m | 0,8 | \$0,99 | 0% | \$0,99 |
| | | | | | | |
| DL | | | | | | \$3,73 |
| DM+DL | | | | | | \$14,51 |

Front feet reinforcement
Material: CR steel
Thickness: 1,5mm

Bottom panel
Material: PP
Thickness: 2,1mm

Sealing
Material: Foam tape
Usage: 0,8m

Figura 9 - Estrutura Inferior de Refrigeradores - Segunda aplicação dos métodos de DFA

V. RESULTADOS

Com isso, ficou claro através dos comparativos dos gráficos Valor X Custo observados nas figuras 7, 11 e 12 das três propostas avaliadas, que a terceira opção – após a segunda iteração de aplicação dos métodos de DFA – além de ter resultado em um menor custo final da combinação de soluções, mostrou um melhor equilíbrio do gráfico. Equilíbrio este observado pela maior proximidade dos pontos de cada função no comparativo direto.

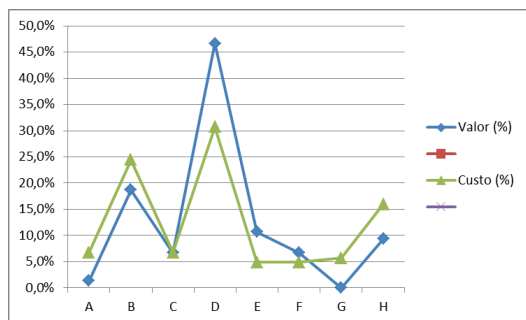


Figura 11 - Gráfico Valor X Custo da Estrutura Inferior de Refrigeradores de Uso Doméstico - Utilizando a combinação de soluções após aplicação dos métodos de DFA

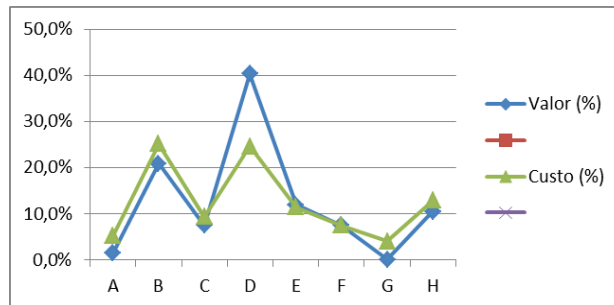


Figura 12 - Gráfico Valor X Custo da Estrutura Inferior de Refrigeradores de Uso Doméstico - Utilizando a combinação de soluções atingida após segunda iteração de aplicação do DFA

Analisando quantitativamente os resultados, notamos uma redução total de R\$ 10,01 por produto. Isso equivale a uma redução total de 40,8% na proposta de solução desse conjunto mecânico estudado.

Com uma produção anual estimada em 200.000 modelos de produtos com plataformas que utilizam esse módulo, nota-se uma redução de custos total superior a R\$ 2.000.000,00 como resultado da aplicação do método.

VI. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de produtos baseados no valor percebido pelo cliente já é visto como uma importante estratégia dentro das empresas para garantir o sucesso dos empreendimentos lançados no mercado atual. A pressão dos concorrentes exercida através de inovações e do governo através de normativas para redução de consumo de energia, além do aumento do interesse da sociedade sobre questões ambientais têm motivado as grandes empresas a buscar métodos para desenvolver produtos mais assertivos ao consumidor final.

A resposta para a questão proposta inicialmente foi positiva. Logo podemos afirmar observando esses resultados que SIM, é possível propor um método de Desenvolvimento Integrado de Produto para integrar as fases de Projeto Conceitual e Projeto Preliminar de maneira a aperfeiçoar a relação entre valor e custo das funções definidas para um novo produto.

Verificou-se nessa pesquisa que os modelos de PDIP evoluíram e diferentes abordagens surgiram para atender as necessidades das mais diversas áreas envolvidas no processo de desenvolvimento, industrialização, manufatura, venda e pós-venda. Apoiados no conceito de engenharia simultânea, novas propostas foram desenvolvidas e os modelos foram ampliados e modificados de acordo com as necessidades observadas ao longo de seus processos a fim de garantir um maior controle sobre o gerenciamento de suas atividades. Porém observa-se que a essência por trás dos modelos não mudou, a busca pelas soluções dos problemas é resolvida sequencialmente ao longo do processo, e as informações geradas nas fases anteriores contribuem para a geração das soluções dentro das fases formais do projeto e entre projetos.

A necessidade de um processo de desenvolvimento de produtos cada vez mais rápido e com riscos controlados tem motivado o mundo acadêmico e industrial a investir e pesquisar novos modelos de PDIP direcionados ao desenvolvimento integrado baseado na análise de valor. E, com isso, as pesquisas e as práticas correntes no mundo

industrial tem revelado que para garantir o sucesso do desenvolvimento de produtos, os ajustes nas soluções para buscar o equilíbrio entre valor e custo das funções nos projeto devem ser iniciados nas primeiras fases do processo de desenvolvimento.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N.BACK, A. OGLIARI, A. DIAS, J.C. SILVA: Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole (2008).
- [2] PAHL, G. & BEITZ, W. (1996) Engineering Design – A Systematic Approach. Londres: Springer-Verlag.
- [3] ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; TOLEDO, J.C.; AMARAL, D.C.; ALLIPRANDINI, D.H.; MOSCONI, E.P.; FERREIRA, C.V.; BARBALHO, S.; ROMANO, L.N.; PEREZ, R.L.; SCALICE, R.K.; PENSO, C.C.; MENEGATTI, F.A. & AREND, L. (2003) Integrando os Conhecimentos em um PDP de Três Grupos de Pesquisa: Proposta de um Modelo de Referência e suas Aplicações. Anais do 4º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento do Produto. Porto Alegre: Ed. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP.
- [4] ROOZENBURG, N.F.M. & EEKELS, J. (1995) Product Design: Fundamentals and Methods. Nova Iorque: John Wiley & Sons.
- [5] ULMANN, D.G. (1997) The Mechanical Design Process. Nova Iorque: McGraw-Hill.
- [6] YOUNG, R. I. M.; CANGIOLIERI, J., O.; COSTA, A.C.; DORADOR, J. M.; ZHAO, J.; CHEUNG, W. M. Information support in an integrated product development system. 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacture in Mechanical Engineering (IDMME'2000), Montreal, paper MA3.1, abst p. 14, 2000.
- [7] ROZENFELD, H.; FORCELLINE, F.A; AMARAL D.C; TOLEDO J.C.; SILVA S.L.; ALLIPRANDINI D.H.; SCALICE R.K. Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006
- [8] EL MARGHANI, V.G.R. Modelo de Processo de Design. São Paulo: Blücher Acadêmico, 2011.
- [9] SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção – 2 ed. – Sao Paulo: Atlas, 2002. 747 p.
- [10] BASSO, J.L.. Engenharia e Análise de Valor: mais as abordagens de administração. São Paulo: IMAM, 1991.
- [11] CSILLAG, J. M.; Análise de Valor: metodologia do valor: engenharia de valor, gerenciamento do valor, redução de custo, racionalização administrativa. 4ª ed, São Paulo, Atlas, 4ª ed., 1995.
- [12] PAHL, G; BEITZ, W; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. Projeto na Engenharia, São Paulo, Edgard Blücher, 6ª ed., 2005.
- [13] CORRÊA, H.L.; CORRÊA C.A. Administração de Produção e Operações, São Paulo, Atlas, 2ª ed., 2006.
- [14] BAXTER, M. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- [15] BOOTHROYD, G., DEWHURST, P., KNIGHT, P., Product Design for Manufacture and Assembly, second edition, revised and expanded, 2 ed., Loan Marinescu, Ohio, 670p, 2002.
- [16] YOUNG, R. I. M.; CANGIOLIERI, O. J. Estrutura de informação como suporte em múltiplas vistas do produto

num projeto orientado para a manufatura, Produção, v. 16, n. 2, p. 354-374, Maio/Ago. 2006.

- [17] FERNANDES, P.T. CANGIOLIERI JR., O. Desenvolvimento integrado do produto e as inter-relações com o ciclo de vida. Revista Sodebras, n. 9, p.3-10, 2013.
- [18] BOOTHROYD, G., DEWHURST, P., KNIGHT, P., Product Design for Manufacture and Assembly, second edition, revised and expanded, 2 ed., Loan Marinescu, Ohio, 670p, 2002.
- [19] MUDGE, ARTHUR E. (1989). Value Engineering: a systematic approach. Pittsburg, PA: J. Pohl Associates, 286 p.
- [20] COOPER, D. R.; SCHINDLER, P, S. Métodos de Pesquisa em Administração. 7ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

VIII. COPYRIGHT

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