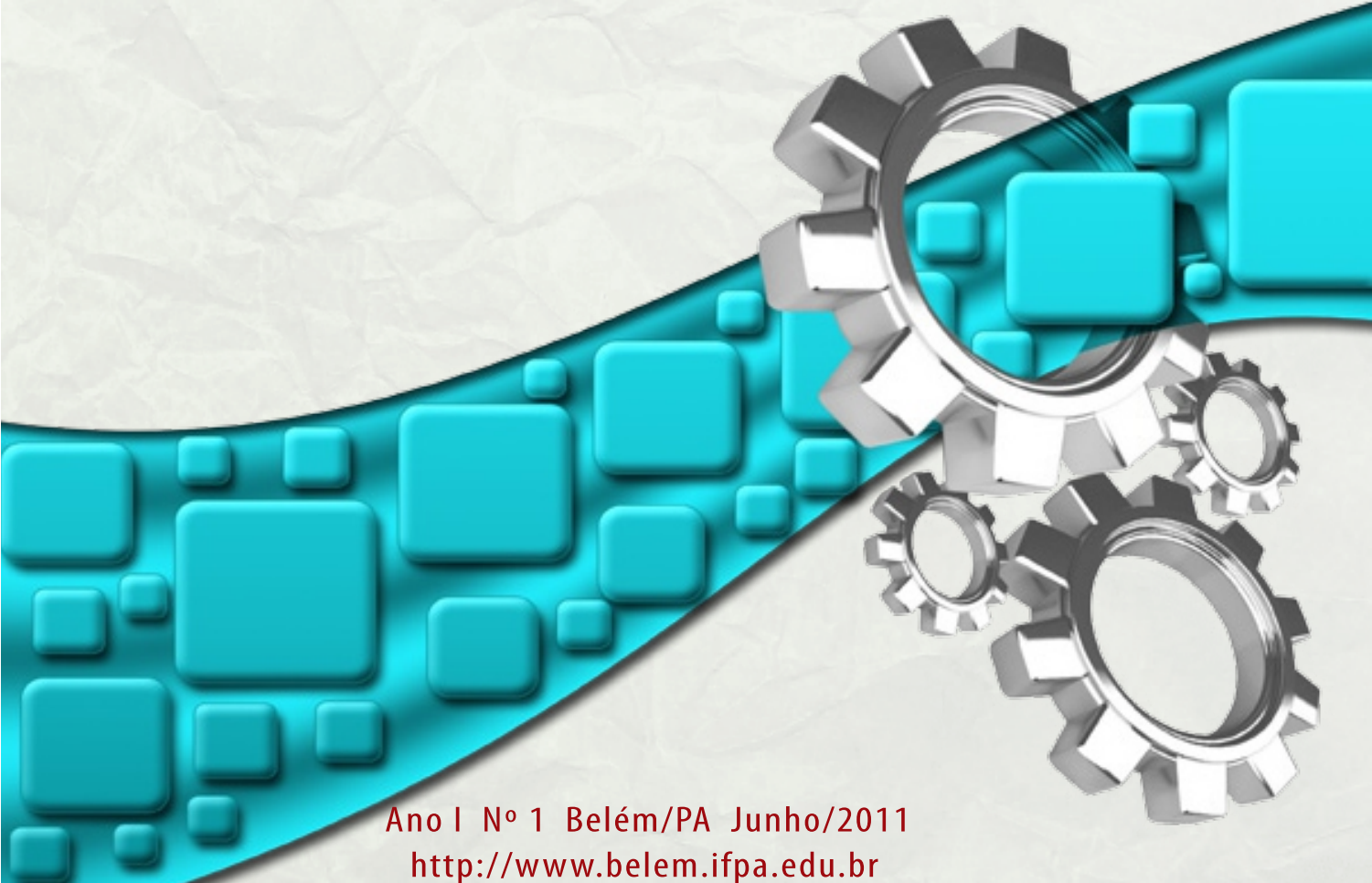


REVISTA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS BELÉM

IFPA - Campus Belém

ISSN 2236-4757

Engrenagem



Ano I Nº 1 Belém/PA Junho/2011
<http://www.belem.ifpa.edu.br>



Engrenagem

**Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Pará — *Campus Belém***

Ano 1 | Nº 1 | Belém/PA | Junho/2011

ISSN 2236-4757

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Belém

REITOR

Edson Ary de Oliveira Fontes

DIRETOR GERAL

Darlindo Maria Pereira Veloso Filho

CONSELHO EDITORIAL

Benedito Coutinho Neto (Editor Chefe)

Coordenação da Construção Civil

Cláudio Cezar Cunha de Vasconcelos Chaves

Coordenação da Construção Civil

João Bosco Soares Pampolha Júnior

Coordenação de Física

Mary Lucy Mendes Guimarães

Coordenação de Gestão, Segurança e Normas do Trabalho

EXPEDIENTE

Supervisão: Mary Lucy Mendes Guimarães

Normalização: Maria Suely da Silva Corrêa

Projeto Gráfico: Carlos Alberto Alexandre Dantas

Projeto da Capa: Benedito Coutinho Neto

Ilustração da Capa: Walder Lobo / Eduardo Rodrigues

Revisão de Texto: Leonora Albuquerque

Impressão: Gráfica do IFPA

Endereço:

Av. Almirante Barroso, 1155

Bloco “A” – 2º Marco

CEP.: 66093-020

Belém/Pará/Brasil

Engrenagem: Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

Ano I – Nº 1 Belém/PA
95 p.

Junho/2011

ISSN: 2236-4757

1. Multidisciplinar. 2. Educação. 3. Pesquisa. 4. Periódico. 5 IFPA.

CDD: 050

COMITÊ CIENTÍFICO EXTERNO

Adalberto Leandro Faxina – USP
Alberto Carlos de Melo Lima – UNAMA
Altem Nascimento Pontes – UFPA
Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro – UFPA
André Augusto Azevedo M. Duarte – UFPA
Cellina Rodrigues Muniz – UFRN
Emanoel Luis Roque Soares – UFRB
Francisco Ari de Andrade – UFC
José Augusto Martins Correa – UFPA
José Gerardo Vasconcelos – UFC
José Fernando Gomes Mendes – Uminho/Portugal
José Júlio Ferreira Lima – UFPA
José Rogério Santana – UFC
Kátia Regina Rodrigues Lima – UVA
Maisa Sales Gama Tobias – UFPA
Marcos Vinicius Seráfico de A. Carvalho – UFPA
Regina Augusta Campos Sampaio – UFPA
Shara Jane Holanda Costa Adad – UFPI
Simone de Fátima Pinheiro Pereira – UFPA
Vânia Marilande Ceccatto – UFC
Wilson Honorato Aragão – UFPB

COMITÊ CIENTÍFICO INTERNO

André Maurício Damasceno Ferreira
Benedito Tadeu Ferreira de Moraes
Bruno Ferraz de Oliveira
Cátia Oliveira Macedo
Cezarina Maria Nobre Souza
Cláudio Alex Jorge da Rocha
Daniel Palheta Pereira
Elza Monteiro Leão Filha
Fabício Quadros Borges
Giselle da Cruz Moreira
Jaime Henrique Barbosa da Costa
João Lobo Peralta
Júlia Antônia Maués Corrêa
Mauricio Camargo Zorro
Oscar Jesus Choque Fernandez
Raimundo Nonato das Mercês Machado
Simonne da Costa Amaral
Taylor Araújo Collyer

Sumário

EDITORIAL

7

Darlindo Maria Pereira Veloso Filho

História e Memória: o Assentamento João Batista II em Castanhal – Pará

History and Memory: the Nesting João Batista II in Castanhal – Pará

9

Darlindo Maria Pereira Veloso Filho

Leopardi e Nietzsche: uma Reflexão Sobre História, Memória e Esquecimento

Leopardi and Nietzsche: a Reflection About History, Memory and Forgetness

20

José Gerardo Vasconcelos

Novas Oportunidades na Aquicultura: o Cultivo de Ostras na Zona Costeira do Estado Pará

New Opportunities in Aquaculture: Cultivation of Oysters in the Coastal Zone in Para State

29

Marlon C. França

Osvaldo T. L. Campos

Luis H. N. Leal

Raul H. da S. Pinheiro

Análise do Escoamento Fluvial da Produção de Açaí nas Ilhas do Baixo Tocantins

Analysis of River Flow of Açaí Production in the Lower Tocantins Region

36

Ivo Almeida Costa

Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro

47

Análise Situacional da Provisão de Abastecimento de Água do Programa de Aceleração do Crescimento no Pará

Situational Analysis of Provision of the Water Supply of the Growth Acceleration Program in Pará

Andressa Santos Braga
Eduarda de Oliveira Cunha
Tamires C. S. Nascimento
Mary Lucy Mendes Guimarães

59

Uma Análise Crítica de Alguns Processos Empíricos de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis

A Critical Analysis of Some Empirical Processes of Flexible Pavements Design

Euler Guimarães Sizo
Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho

70

Avaliação de Misturas Asfálticas Densas com Agregados Regionais e Resíduo de Manganês

Evaluation of Hot Asphalt Mixes With Regional Aggregates and Manganese Waste

Michel Costa Cardoso
André Teixeira Rosa
Dirceu Gabriel Barbosa Cunha
Benedito Coutinho Neto

81

Modelagem e Controle Fuzzy de um Processo Industrial de Soldagem de Arame Tubular

Modeling and Fuzzy Control of an Industrial Process Welding with Wire Tubular

Walter Barra Junior
Petronio Viera Junior
Marcos Vinicius Sadala Barreto
Sérgio Rodrigues Barra

93

NORMAS DE PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS

Editorial

A Revista Científica **Engrenagem** representa a conjugação de esforços da Direção Geral do Campus Belém do IFPA, Diretoria de Pesquisa e Inovação – DPPI, de pesquisadores externos e internos a Instituição que atuam nas áreas Técnicas, Tecnológicas e Educação, e demais Diretorias do *Campus Belém/IFPA*.

A revista tem como meta principal o fomento da discussão e promoção de temáticas multidisciplinares que possibilitem o entendimento da necessidade da formação científica como elemento dinamizador do processo ensino-aprendizagem, a exemplo da publicação de artigos que versem sobre resultados de pesquisas, inovação, tecnologia, gestão de recursos humanos, meio ambiente, educação e áreas correlatas.

É uma ação necessária para o desenvolvimento da pesquisa, inicialmente no Campus Belém, efetivando um vínculo com a ciência, de estudos e pesquisas, com possibilidade de socialização com os outros *Campi* do IFPA, bem como contemplando a proposta para a educação do novo milênio, expressão da missão do Campus. Representa mais um desafio vencido, entre os inúmeros que o Campus Belém tem para com a sua comunidade e a sociedade.

Como este é nosso primeiro número, certamente teremos muitos desafios pela frente, dificuldades que aprenderemos superar juntos. Esperamos contar com nossos pares e nossas Instituições parceiras, principalmente no que diz respeito às contribuições, pois, somente dessa forma conseguiremos crescer, aperfeiçoar nosso projeto, e caminhar para a construção de um modelo efetivamente científico.

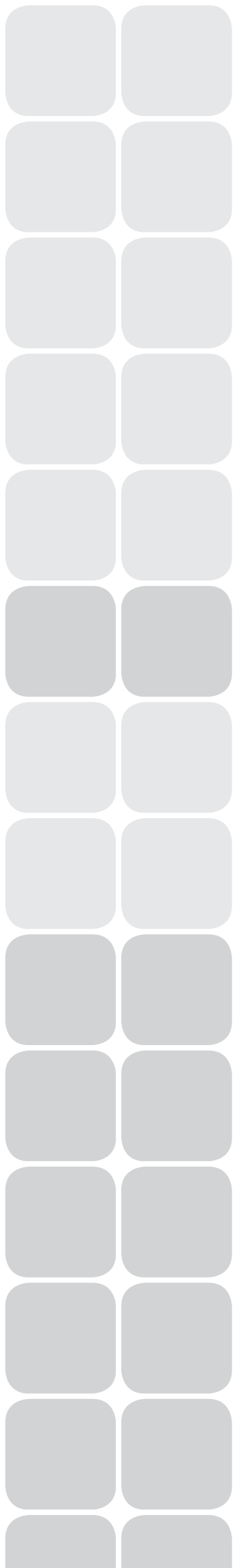
Acreditamos que esta iniciativa, que se caracteriza ao mesmo tempo como ato de gestão, de uma gestão em construção coletiva, é reflexo de uma prática educativa séria, comprometida com a formação do indivíduo para a vida, capaz de estimular à pesquisa, à produção de conhecimentos, e à construção de um modelo de sociedade tecnológica mais humanizada.

A revista terá uma periodicidade semestral, e buscará expressar sempre resultados relevantes para nossa comunidade acadêmica, bem como para a comunidade científica em geral.

A Direção Geral do Campus Belém agradece ao Conselho Editorial da Revista Científica Engrenagem, aos nossos colaboradores diretos, aos diretores da instituição, e a todos que contribuíram para que essa edição se transformasse em realidade.

Darlindo Maria Pereira Veloso Filho

Diretor Geral do IFPA – *Campus Belém*



História e Memória: o Assentamento João Batista II em Castanhal – Pará

History and Memory: the Nesting João Batista II in Castanhal – Pará

Darlindo Maria Pereira Veloso Filho

Doutorando do PROEJATEC, pela Universidade Federal do Ceará. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

Av. Almirante Barroso, 1155 – Marco – CEP: 66093-020 – Belém/Pará/Brasil

E-mail: darlindoveloso@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo tem por objetivo dar uma noção geral sobre algumas questões que permeiam a Educação de Jovens e Adultos no campo. Traçar alguns entendimentos sobre o PROEJA, bem como apresentar alguns aspectos do assentamento João Batista II, localizado no município de Castanhal, Estado do Pará. Também pretende identificar as diretrizes delineadas pelas políticas públicas educacionais a respeito da Educação Profissional Integrada à Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos.

Palavras-chave: Memória, Educação no Campo, PROEJA.

ABSTRACT

This article aims to give an understanding on some questions related to Youth and Adults in the field. Draw some insights into the PROEJA, and to present some aspects of the settlement Baptist II, located in the municipality of Castlereagh, Pará State also seeks to identify the guidelines outlined by the public educational policies concerning the Vocational Education to Basic Education in Integrated mode Youth and Adults.

Keywords: Memory, Education Field, PROEJA.

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objeto de estudo as Políticas de Educação de Jovens e Adultos no Campo, na perspectiva do desenvolvimento sustentável. Tendo em vista as possibilidades concretas deste estudo, optei por trabalhar com o assentamento João Batista II, em Castanhal-PA.

Nosso objetivo é investigar detidamente e divulgar de que forma as políticas educacionais, especificamente o PROEJA, aplicadas no assentamento João Batista II, tem contribuído para a vida do assentado na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico e ambiental, bem como, identificar as diretrizes delineadas pelas políticas públicas educacionais a respeito da Educação Profissional Integrada à Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos e relacionar ao contexto sócio-educacional do assentamento João Batista II; bem como conhecer os projetos pedagógicos dos cursos do PROEJA existentes no assentamento João Batista II; verificar se a educação praticada está sintonizada com as demandas produtivas locais do assentamento João Batista II e, por fim, destacar as possibilidades proporcionadas com o desenvolvimento do curso em relação à promoção de desenvolvimento local.

Para o desenvolvimento deste estudo, opta-se pela utilização da denominada metodologia “Qualitativa”.

Por ser a educação uma área multidisciplinar, a pesquisa qualitativa apreende melhor os vários sentidos que se fazem presentes neste campo. Para Bogdan e Biklen (1991), a pesquisa qualitativa apresenta cinco características: a) a fonte direta de dados é o ambiente natural e o investigador é considerado como o “instrumento” principal; b) a pesquisa é descritiva; c) o interesse está voltado mais para o processo do que, simplesmente, para resultados ou produtos; d) a análise dos dados se processa de forma indutiva e; e) o significado dos dados é de importância vital. Por esses motivos, nos optamos

pela pesquisa qualitativa para nortear o presente estudo.

Destaca-se a importância da utilização de diferentes instrumentos de pesquisa para a coleta de dados deste estudo. Assim, os procedimentos metodológicos serão realizados em três etapas: a primeira etapa, levantamentos de dados teóricos através de revisão bibliográfica de documentos oficiais e literatura de obras e autores notadamente afeitos ao tema; a segunda etapa, pesquisas de campo, com a aplicação de instrumentos metodológicos como entrevistas; a terceira etapa, sistematização dos dados, diagnose mais precisa da realidade do PROEJA vivenciado no assentamento João Batista II e elaboração de textos.

A Análise Documental se constitui como uma fonte poderosa de onde podem ser retiradas evidências que fundamentem afirmações e declarações do pesquisador (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 38). Ela é importante para esta pesquisa, visto que as Políticas Públicas em Educação, e, de modo mais específico, as referentes à Formação de Jovens e Adultos, são veiculadas através de documentos normativos, tais como leis, decretos, pareceres, portarias, resoluções, diretrizes curriculares, entre outros. Além disso, serão examinados documentos referentes à instituição e ao curso pesquisado.

Já a entrevista, segundo Nisbet (1984) citado por Ropé e Tanguy (1997, p. 17) é muito importante, pois “as palavras são testemunhos muitas vezes mais bem compreendidos do que os documentos comportam múltiplas implicações e estão associadas a escolhas partidárias”. Para Bogdan e Biklen (1991, p. 134):

[...] a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo.

De acordo com Ludke e André (1986, p. 34), a vantagem da entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e

corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos.

É a partir da entrevista que se pretende realçar a possibilidade da memória destacando elementos-chaves que se expressam na oralidade. Conforme Benjamin (1994, p. 37), *o mais importante, para o autor que rememora, não é o que ele viveu, mas o tecido de sua rememoração*. Esse tecido é fixado conforme Bergson (1990) pelo presente.

Este voltar-se para os fatos do cotidiano, que estão bem próximos de nós, assim como a atenção para com as pessoas simples, algumas relegadas socialmente, como os velhos que o livro, *Memória e Sociedade*, BOSI (1994) apresenta, nos levam a pensar numa psicologia social com inspiração em Benjamin, trabalhando com fragmentos, nas franjas do tecido social, valorizando uma percepção da condição dos indivíduos e, ao mesmo tempo, visualizando-os num quadro mais amplo. A atenção ao que ocorre no dia-a-dia sugere, igualmente, que formulemos a conclusão na forma de interrogação, que, por sinal, está posta logo no início do segundo capítulo, “Tempo de Lembrar”:

As entrevistas realizadas nesta pesquisa serão feitas com os seguintes sujeitos: Velhos professores e gestores ligados ao PROEJA no assentamento João Batista II — Castanhal-PA.

Após a coleta dos dados, decorrentes das entrevistas, será fundamental formular uma síntese dos dados, tendo em vista os objetivos deste estudo. Assim, concluídas a observação e a coleta ou o levantamento dos dados, o primeiro passo para a sua sumarização é, além da crítica e da seleção dos mesmos, a sua alocação em categorias — já que se trata de dados qualitativos (COUTINHO; CUNHA, 2004, p. 140).

NO CAMPO PARA O CAMPO

Pensar a educação no campo é pensar um Brasil mais igual, mais cidadão. Notadamente, na região norte do país é onde ocorrem os maio-

res conflitos envolvendo a posse da terra. Existem casos emblemáticos como: o massacre de Eldorado dos Carajás, onde 19 homens foram assassinados na tarde de 17 de abril de 1996. Seus algozes foram 155 policiais armados com metralhadoras, revólveres e 38 fuzis. Além dos trabalhadores mortos, a ação da Polícia Militar resultou em 81 pessoas feridas, sendo 69 sem terra e 12 policiais militares.

Como poderiam os oprimidos dar início à violência se eles são o resultado de uma violência? (FREIRE, 1987)

Outro caso foi o assassinato da Irmã Dorothy Stang, no município de Anapu-PA, em 12 de fevereiro de 2005 (QUINTANS, 2008). O caso teve forte repercussão e várias vozes se levantaram no cenário nacional e internacional — autoridades do governo federal, militantes dos movimentos sociais, defensores dos direitos humanos e muitos outros — para denunciar os conflitos pela posse da terra e as violações de direitos no Pará.

Inauguram a violência os que oprimem, os que exploram, os que não se reconhecem nos outros; não os oprimidos, os explorados, os que não são reconhecidos pelos que os oprimem como outro (FREIRE, 1987).

Dados da Comissão Pastoral da Terra nos revelam que em 2004 ocorreram 233 casos de violência contra a pessoa, relacionados aos conflitos por terra, decorrentes da concentração da propriedade fundiária na região.

Os conflitos de terra na região da Amazônia resultaram de política elitista e excludente do Estado durante sucessivas décadas. Os conflitos constituem não apenas em uma manifestação de autodefesa, mas também em uma forma de índios e camponeses lidarem com as pressões que se adensaram sobre suas terras num determinado período de tempo. Os posseiros reivindicavam ao Estado a destinação das “terras livres” a projetos de assentamento rurais, questionando o modelo favorecido pelas políticas estatais responsáveis pela formação dos grandes latifúndios.

Este processo fez como que o estado do Pará apresente hoje um dos maiores índices de concentração fundiária do Brasil e, por consequência um quadro de intensos conflitos pela posse da terra.

A Organização Mundial do Trabalho (OIT, 2003), em relatório recente, mostra o trabalho escravo como uma realidade na região norte, em especial, no Pará, onde de tempos em tempos o Ministério do Trabalho e as diversas polícias tem resgatado trabalhadores, em sua maioria jovem. A Organização Internacional do Trabalho apresentou o relatório “O Custo da Coerção” que detalha os crescentes casos de práticas criminais e fraudulentas que levam pessoas à situação de trabalho forçado e clama por um aumento nos esforços mundiais no intuito de erradicar essas práticas.

O relatório estima que o custo da coerção no mundo, em termos do que o trabalhador deixa de ganhar, ultrapassa os 20 bilhões de dólares. Isso representa um poderoso argumento econômico, tanto quanto um imperativo moral, para pressionar os governos para colocarem o tema entre suas mais importantes prioridades (OIT, 2003).

No Brasil, há variadas formas e práticas de trabalho escravo. O conceito de trabalho escravo utilizado pela OIT é o seguinte: toda a forma de trabalho escravo é trabalho degradante, mas o recíproco nem sempre é verdadeiro. O que diferencia um conceito do outro é a liberdade. Quando falamos de trabalho escravo, falamos de um crime que cerceia a liberdade dos trabalhadores. Essa falta de liberdade se dá por meio de quatro fatores: apreensão de documentos, presença de guardas armados e “gatos” de comportamento ameaçador, por dívidas ilegalmente impostas ou pelas características geográficas do local, que impedem a fuga.

Aplicar políticas educacionais que possam qualificar o homem do campo, de tal sorte, que ele não se veja obrigado a sair de sua terra e tenha condições de produzir com qualidade e téc-

nica. Esse é um desafio posto para o IFPA campus Castanhal, quando dispõe o PROEJA para o assentamento João Batista II.

A Escola Agrotécnica Federal de Castanhal (EAFC), hoje Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) campus Castanhal, atendendo a uma solicitação da comunidade agrícola, que através de um diagnóstico sistematizado, detectou o anseio dos assentados de fazerem um Curso Técnico na área de Agropecuária, tendo como eixo transversal: Desenvolvimento Sustentável e Empreendedorismo, permeado pela Pedagogia de Alternância.

O principal objetivo do projeto criado pela EAFC foi atender parte da sociedade paraense excluída e sem possibilidades de acesso à educação. O projeto atende nove assentamentos com jovens e adultos que não concluíram o ensino médio, com idade entre 18 e 50 anos, o que demonstra a inexistência de sincronismo entre idade-série. Este desnível de desempenho escolar deixa clara a incapacidade do sistema educacional em manter o aluno em sala de aula. Com esta determinação foi implantado o Programa de Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA.

Seguindo o determinado no Decreto nº 5.840, de 13 de julho de 2006, no Art. 4º, os cursos de educação profissional técnica de nível médio do PROEJA deverão contar com carga horária mínima de duas mil e quatrocentas horas, assegurando-se cumulativamente. Com este propósito, a Escola Agrotécnica Federal de Castanhal, ofertou o curso Técnico em Agropecuária, que tem como foco formar profissionais qualificados na modalidade de Educação de Jovens e Adultos, com habilitação para atuar nos assentamentos João Batista II, vislumbrando novas perspectivas de futuro para os assentados e reforçando o compromisso firmado no desenvolvimento do trabalho realizado pela EAFC.

A EDUCAÇÃO DE ADULTO NA PERSPECTIVA DO CAMPO

No ano de 1947, instala-se o Serviço de Educação de Adultos (SEA), com a Campanha de Educação de Adolescentes e Adultos — CEAA, que foi até o final da década de 1950. Esta campanha foi dividida em duas etapas: a primeira constituía-se de planos de ação extensiva que alfabetizaria grande parte da população e a segunda com os planos de ação em profundidade que constituía-se da capacitação profissional e atuação junto à comunidade. A meta não era somente alfabetizar, e sim aprofundar o trabalho educativo. O CEAA atuou no meio rural e no meio urbano, possuindo objetivos diversos, mas diretrizes comuns.

Estas ações propiciaram a criação em quase totalidade da unidade da federação, serviços de atendimento educacional para jovens e adultos incentivados pela Organização das Nações Unidas Para a Educação (UNESCO), criada em 1945, como referida por Haddad (2000):

Criada em 1945, logo após a 2ª Guerra Mundial, a Unesco denuncia ao mundo as profundas desigualdades entre os países e alertava para o papel que deveria desempenhar a educação, em especial a educação de adultos, no processo de desenvolvimento das nações categorizadas como ‘atrasadas’ (HADDAD, 2000, p. 111).

O então Ministério da Educação e Cultura organizou outras duas campanhas: em 1952 — Campanha Nacional de Educação Rural — e em 1958 — Campanha Nacional de Erradicação do analfabetismo, sendo incentivada pela UNESCO (BEISIEGEL, 1974, p. 84).

No período compreendido entre 1959 e 1964, foram tomadas diversas medidas como a criação o Movimento de Educação de Base da Conferência Nacional dos Bispos do Brasil — CNBB (1961); o Movimento de Cultura Popular do Recife (1961); os Centros Populares de Cultura, vinculados à UNE; a Campanha de Pé

no Chão Também se Aprende, da Secretaria Municipal de Educação de Natal; o Movimento de Cultura Popular do Recife; e o Programa Nacional de Alfabetização do Ministério da Educação e Cultura destacando-se neste momento a área da educação de jovens e adultos, que envolveram novamente, governos estaduais e municipais e setores da sociedade civil.

Após 1964, com a implantação do Regime Militar, as ideias de Paulo Freire foram substituídas pelo Governo Federal com a inserção do Movimento Brasileiro de Alfabetização — Mobral (1967) e do Ensino Supletivo (1971), paralelamente, a sociedade civil também desenvolveu projetos com o objetivo de alfabetizar e lutar contra o processo de exclusão vigente que se prolongou até 1985.

Considerando estas mudanças comportamentais a Ditadura Militar chega ao seu final com estatísticas elevadas de analfabetismo e sem de políticas públicas de educação de jovens e adultos, conforme afirma Haddad (2000, p. 127) Historicamente, o poder público brasileiro nunca assumiu integralmente a responsabilidade pela oferta de escolarização de jovens e adultos, que sempre foi compartilhada com organizações da sociedade civil.

Em 1990, inicia-se o período que pode ser considerado o de maior avanço nas conquistas da política educacional brasileira, a presença internacional é sentida principalmente no cenário organizacionais e pedagógicos que foram deliberados em eventos, assessorias técnicas e produção documental, sendo o primeiro grande evento foi a “Conferência Mundial sobre Educação para Todos” realizada em Jomtien, Tailândia, de 5 a 9 de março de 1990, iniciando-se assim um projeto de educação em nível mundial que tinha como eixo principal a ideia da “satisfação das necessidades básicas de aprendizagem”, onde Cada pessoa — criança, jovem ou adulto — deverá estar em condições de aproveitar as oportunidades educacionais oferecidas para satisfazer suas necessidades básicas de aprendizagem (WCEA, 1990, p. 157).

O Brasil participou deste evento e apareceu como uma das piores índices de analfabetismo sendo na ocasião instigado a realizar ações para efetivamente colocar em prática ações que fizessem acontecer e impulsionar as políticas educacionais envolvendo vários atores como família, comunidade, meios de comunicação, que seriam monitorados pela UNESCO.

O momento político do Brasil era conflituoso, pois o Governo de Fernando Collor de Melo, depois de um processo pontuado por várias manifestações populares, sofreu *impeachment* e no Governo de Itamar Franco o Plano Decenal da Educação Para Todos, em 1993, também não deu certo.

Este processo de regularização da oferta do ensino no plano legal o Ministério da Educação conseguiu aprovar a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação – LDB em 1986 e ainda aprovou no Congresso Nacional a Emenda Constitucional de 1988 que implantou o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino e de Valorização do Magistério – Fundef e elaborou legislações complementares para os diversos níveis de ensino.

Em 2003, já no governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, o Ministério da Educação divulgou que a alfabetização de adultos seria uma prioridade da nova administração através do Programa Brasil Alfabetizado. Nesse mesmo ano, o Governo Lula elabora o Plano Plurianual que objetiva programar uma política que seja capaz de priorizar a reforma agrária como um instrumento indispensável de inclusão social, o Ministério da Educação instituiu um Grupo Permanente de Trabalho para tratar exclusivamente da educação do campo, cuja missão é reunir os movimentos sociais e as instâncias oficiais com o objetivo de discutir e definir as políticas que atendam às necessidades educacionais e seja um instrumento para o desenvolvimento sustentável do Brasil do campo.

A qualidade da educação do campo é influenciada pela ausência de capital sociocultural e a qualidade da oferta, o que propicia o

aumento do abandono e a evasão escolar, e que naturalmente leva a um índice elevado de analfabetismo. A oferta de um ensino de qualidade é uma ação prioritária para o resgate social dessa população, mesmo que isoladamente não resolva os problemas do campo. No entanto, mostra-se ser um caminho para a inclusão social e do desenvolvimento sustentável.

O PROEJA NO CAMPO

As propostas relativas à integração da Educação Profissional Técnica à Educação de Jovens e Adultos, tiveram início a partir do momento em que foram removidos os “obstáculos” legais, que impediam, na gestão de FHC, a expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. Superado o período de “estagnação” e de deteriorização da educação profissional, o atual Governo resgatou a articulação da educação profissional com o ensino médio. Além disso, o Governo Lula, através do Ministério da Educação, sob a coordenação da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), implementou uma audaciosa política de expansão da Rede Federal de Ensino Profissional e Tecnológica.

De acordo com as metas estabelecidas, o PROEJA busca resgatar e reinserir, no sistema escolar regular brasileiro, jovens e adultos que se encontram afastados do mesmo, devido aos problemas internos e externos à escola, através do acesso à educação geral e, mais especificamente, ao ensino profissional na perspectiva de uma formação integral. (BRASIL, Documento Base – PROEJA, 2007)

Na história de nosso país, a educação sempre esteve nas mãos da classe dominante. Mais do que ninguém, é a classe dominante que sabe da importância que o processo de educação, bem como a apropriação dos conhecimentos historicamente acumulados e a construção de novos saberes, tem para manter-se no poder.

No campo, a situação de dominação é ainda mais visível. Na cidade, devido à necessida-

de que a burguesia tinha de preparar as pessoas para as indústrias, criou-se a cultura de que se precisava freqüentar a escola, ao menos para conseguir emprego.

O mais brutal resultado dessas transformações é a expansão, sem precedentes na era moderna, do *desemprego estrutural*, que atinge o mundo em escala global. Pode-se dizer que há uma processualidade contraditória que, de um lado, reduz o operariado industrial e fabril; de outro, aumenta o subproletariado, o trabalho precário e o assalariamento no setor de serviços. Incorpora o trabalho feminino e exclui os mais jovens e os mais velhos. Há, portanto, um processo de maior heterogeneização, fragmentação e complexificação da classe trabalhadora (ANTUNES, 2003).

Diferente do campo, onde a mutilação foi mais cruel, criando-se a cultura de que o trabalhador do campo, para executar o trabalho na roça, pegar na enxada, não precisava de estudo. Apenas quando o morador das áreas rurais tinha a intenção de sair do campo para a cidade é que surgia a exigência da escolaridade, o que reforçava o estereótipo de que a cidade é um lugar mais desenvolvido. (VARGAS, 2004).

A Articulação por uma Educação do Campo nasce como resultado de uma caminhada que se iniciou em julho de 1997, quando o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra — MST realiza o I Encontro Nacional de Educadores e Educadoras da Reforma Agrária (I ENERA), em parceria com organizações como o Fundo das Nações Unidas para a Infância — UNICEF, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura — UNESCO, a Confederação Nacional dos Bispos do Brasil — CNBB e a Universidade de Brasília — UnB. Neste encontro, lançou-se o desafio de as entidades parceiras desenvolverem algo mais amplo, que desse conta do contexto do campo, em geral, e de todos os seus sujeitos.

Dagnino (2004) aponta que as redefinições neoliberais de cidadania descansam sobre um

conjunto de procedimentos, uns buscam a tradicional concepção liberal de cidadania, outros são inovadores e contemplam novos elementos das configurações políticas e sociais da contemporaneidade (DAGNINO, 2004)

Para a autora, é na arena onde foram concentrados grandes esforços para se ter políticas sociais com respeito à pobreza e à desigualdade, que fica mais evidente o avanço das versões neo-liberais de cidadania. Os alvos dessas políticas não são vistos como cidadãos, com direitos a ter direitos, mais como seres humanos “carentes”, a serem atendidos pela caridade, pública ou privada (*idem*)

Scherer-Warren (1999) assevera que: movimento social é a síntese de múltiplas práticas, produto de articulações de sujeitos e associações civis. [...] O movimento social é um conjunto mais abrangente de práticas sócio-políticas culturais que visam a realização de um projeto de mudança (social, sistêmica ou civilizatória).

A história da questão agrária no Brasil revela, na atualidade, que o MST é a face moderna do Brasil, a parte deste país que está em luta.

Entretanto, mesmo nos movimentos sociais bem estruturados como é o movimento dos trabalhadores do campo, esta tomada de consciência não é tarefa fácil. Freire (1987) na Pedagogia do Oprimido debruça-se sobre essa dificuldade. Para o autor:

[...] os oprimidos que introjetam a ‘sombra’ dos opressores e seguem suas pautas, temem a liberdade, na medida em que esta implicando na expulsão desta sombra exigirá deles que preenchassem o vazio deixado pela expulsão com outro conteúdo — o da autonomia.

O ASSENTAMENTO JOÃO BATISTA II.

Os conflitos fundiários na história recente do Norte do Brasil, foram responsáveis por grande parte das ocupações das terras, fosse

através da grilagem e da violência, fosse através dos assentamentos promovidos pelo Governo Federal.

Destaca-se que o assentamento ocorre com a conquista legal da terra, onde os assentados tornam-se donos e passam a organizar ali suas vidas, construindo casas, escolas, preparando a terra para a lavoura e outras atividades próprias de trabalhadores camponeses.

No Estado do Pará, o Movimento está organizado em quatro regionais. Os três maiores são: Carajás, Araguaia e Eldorado, no Sul do Pará. A quarta regional, com sede em Belém do Pará, formada por quatro assentamentos, dentre os quais está o assentamento João Batista II (Castanhal-PA) – Local de nossa pesquisa – fundado em 15 de novembro de 1998, quando cerca de 850 famílias acamparam no lugar. Depois de muita luta, em 2000, a área foi desapropriada para reforma agrária e os moradores foram assentados no local, onde antes existia apenas uma fazenda abandonada.

Segundo Mendonça (2004), O projeto de assentamento João Batista está localizado no município de Castanhal, estado do Pará, no local onde antes era a fazenda Tanari. Com uma área de 1.761,76 ha e capacidade para assentar 157 famílias, o imóvel foi desapropriado em 30.05.2000 e a imissão de posse pelo Incra ocorreu em 24.11 do mesmo ano, após uma série de ocupações e manifestações. A principal via de acesso é a rodovia BR-316, distante 12km de Castanhal, completando o percurso com mais 8km de estrada de terra até a entrada do assentamento¹.

A escolha do assentamento deveu-se ao fato de agregar docentes, discentes e gestores que integram cursos realizados no âmbito do PROEJA, além de ser legalmente estruturado, subentende-se o direito a terra, benefícios à comunidade, entre eles: luz elétricas, constru-

ção de casas, posto médico, linha de ônibus, rádio comunitária.

Mendonça (2004), detalha a forma de organização da economia do Assentamento, organizando historicamente em várias etapas:

- Segundo o PDA assentamento João Batista, em sua fase inicial, quando os assentados ainda não haviam discutido a distribuição das áreas dos núcleos de produção, foi permitida a implantação das roças aleatoriamente, como forma de garantir a sobrevivência das famílias. As roças implantadas eram pequenas (0,3 a 0,6 ha), em decorrência da pouca mão-de-obra disponível nas famílias e da cobertura vegetal predominante no assentamento, o pasto, que dificulta o preparo da área pois requer mais esforço e mais recurso. Segundo o PDA, em 1998 as famílias implantaram os quintais, estabelecendo trocas entre si para a diversificação das espécies. Em 1999, com as áreas já definidas de 20 x 30 m, as famílias continuaram os plantios de espécies medicinais, ornamentais e frutíferas, e introduziram a criação de pequenos animais como aves e suínos.

Até a desapropriação da área, as famílias desenvolviam a agricultura de subsistência do grupo, tendendo, gradativamente, à uma forma de organização da produção, mais complexa:

- No ano de 2000 os assentados do PA João Batista optaram pela organização em núcleos de produção, inicialmente organizados em 13 grupos de famílias divididos em 24 núcleos de produção, atualmente são dezenove os núcleos, com cinco a dez famílias cada. Os núcleos aglutinavam as famílias por afinidades e tinham linhas de produção específicas como bovinocultura, avi-

¹ Ver Mendonça, Yuri Vidal Santiago de. Assentamento rural: da propriedade privada à produção coletiva: o caso dos Pa's Cupiúba e João Batista II, 2004 – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

cultura, suinocultura e cultivos perenes (açaí, pimenta-do-reino, coco e cupuaçu), sendo que estes sistemas eram trabalhados de forma coletiva em todos os núcleos e de acordo com a afinidade de cada agricultor. Segundo o PDA a avicultura foi inicialmente desenvolvida por um núcleo, a partir de um plantel de duzentos pintos caipiras com o objetivo inicial de consumo.

Embora as famílias procurassem organizar-se de forma coletiva, as condições econômicas, entre elas, não se desenvolveram de forma igualitária, podendo ser observadas algumas famílias, ainda hoje, com condições financeiras diferenciadas. Contudo, procurou-se fazer uma organização que pudesse beneficiar coletivamente todas as famílias:

- Outra atividade importante identificada no assentamento é a criação de suínos, adquiridos com recursos do fomento, onde cada família contribuiu com uma parte do dinheiro para compra dos animais, da mesma forma que foi feita com o gado. Até 2001 existiam dois núcleos de família desenvolvendo a criação de porcos com o objetivo de comercialização e dos 19 núcleos existentes, quinze possuíam gado que ainda era criado de forma conjunta pelos diversos núcleos.
- Atualmente as famílias optaram pela diversificação na produção entre os núcleos, assim todos os núcleos se dedicam às mesmas produções, da agricultura à criação de animais, pois assim, segundo os assentados, é mais fácil para comercializar a produção, através da reunião dos produtos de todos os núcleos.
- Como os agricultores optaram pelo sistema coletivo de exploração da terra, a principal alternativa para as famílias

descapitalizadas implantarem seus sistemas de produção é a troca de dias e o mutirão, onde o sistema de trabalho é feito de forma coletiva entre os componentes do mesmo núcleo.

Atualmente o assentamento João Batista II, projeto de assentamento do INCRA, é considerado o mais populoso das quatro regionais do Estado do Pará. Fica localizado na BR 316, Km 81, Colônia Bacuri — Castanhal-PA. No local habitam mais de 140 famílias que praticam a agricultura familiar. As famílias assentadas retiram seu sustento e abastecem o mercado interno de Castanhal e de outros municípios (SEGOV, 2008).

CONCLUSÃO

Para encerrar esse momento, observamos que a Educação no Campo atualmente, tem recebido melhor atenção, principalmente no que diz respeito ao financiamento e infraestrutura. Vários municípios que até certo tempo não dispunha de professores qualificados, foram contemplados com cursos de formação de professores, com isso dando certa qualidade ao processo ensino-aprendizagem no campo.

Até o término de nossa pesquisa, faremos levantamento detalhado sobre as condições do ensino no Assentamento, atualizando a leitura que Mendonça (2004) faz, na qual “a educação básica no PA funciona em um barracão de madeira, herança dos últimos proprietários da fazenda. Nos turnos da manhã e tarde, a escola atende o ensino fundamental e à noite funciona a educação de jovens e adultos”.

Certamente que a estrutura escolar do Assentamento (PA) está diferente de 2004, assim como as realidades das famílias. Contudo, nosso objetivo é melhorar a aquisição dos dados para uma composição mais próxima da realidade do assentamento.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. **Adeus ao trabalho? Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho**. Campinas, SP, Cortez, 2003.

BEISIEGEL, Celso de Rui. **Política e Educação Popular**. São Paulo: Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais. 1974. 189 p.

BENJAMIN, Walter. **A Imagem de Proust**. In. Obras Escolhidas — Magia e técnica, arte e política. São Paulo: Brasiliense, 1994. P. 36 — 49.

BERGSON, Henri. **Matéria e memória — Ensaio sobre a relação do corpo com o espírito**. São Paulo: Martins Fontes, 1990. 204p.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1991.

BOSI, Ecléa. **Memória e Sociedade: Lembranças de Velhos**. 3. Ed. — São Paulo: Companhia das Letras, 1994

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 9394/96. Estabelece Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 20 de dezembro de 1996.

_____. **Decreto n.5.478, de 24 jun. 2005**. Institui, no âmbito das instituições federais de educação tecnológica, o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos — PROEJA. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5478.htm. Acesso em: 15 nov. 2007.

_____. **Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997**. Regulamenta o parágrafo 2o do art. 36 e os art. 39 a 42 da Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 abr. 1997. p. 7.760.

_____. Ministério da Educação. **Documento Base — Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na**

Modalidade de Educação de Jovens e Adultos — PROEJA. Brasília: SETEC, 2007.

_____. **Lei nº 11.892**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. 29 de dezembro de 2008.

COUTINHO, Maria Tereza da Cunha; CUNHA, Suzana Ezequiel da. **Os caminhos da pesquisa em ciências humanas**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2004. 188p.

DAGNINO, Evelina. **Sociedade civil, participação e cidadania: de que estamos falando?**, in Daniel Mato (coord.), *Políticas de ciudadanía y sociedad civil en tiempos de globalización*, Caracas: FACES, Universidad Central de Venezuela, PP. 95-110.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. RJ: Paz e Terra. 1987. 218 p.

HADDAD, Sérgio e PIERRO, Maria Clara Di. **Escolarização de jovens e adultos**. In. Ver. Brás. Educ. N. 14- mai-ago. 2000. p 108-130

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99p.

MENDONÇA, Yuri Vidal Santiago de. Assentamento rural: da propriedade privada à produção coletiva: o caso dos Pa's Cupiúba e João Batista II, 2004 — Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NISBET, R. A. **La Tradition sociologique**. Paris: PUF, 1984.

SECRETARIA DO GOVERNO — SEGOV. Governo do Estado do Pará. 01 de dez. de 2008. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/portal/segov/Noticias.asp?idNoticia=316>. Acesso em: 01 mar. 2009.

SCHERER- WARREN, Ilse. **Cidadania sem fronteiras: ações coletivas na era da globalização**. São Paulo: Hucitec. 1999.

TRIVIÑOS, Augusto. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

WCEA. *Satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje: una visión para el decenio de 1990.* In: CONFERENCIA Mundial sobre

la Educación para Todos, Jomtien, Tailândia. 1990.

VARGAS, Maria Cristina. **Uma história em construção: EJA no campo.** In: TV Escola, Salto para o Futuro. Educação de Jovens e Adultos: continuar e aprender por toda a vida. **Boletim**, 20 a 29 set. 2004.

Leopardi e Nietzsche: uma Reflexão Sobre História, Memória e Esquecimento

Leopardi and Nietzsche: a Reflection About History, Memory and Forgetness

José Gerardo Vasconcelos

Professor Associado III do Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará; Editor-Chefe da Revista **Educação em Debate** da Faculdade de Educação da UFC; Bacharel em Filosofia, mestre e doutor em Sociologia (UFC); Pós-doutor em Artes Cênicas (UFBA) e Educação (UFPB)

E-mail: gerardo.vasconcelos@bol.com.br

RESUMO

O escopo do presente estudo é examinar o conceito de história e memória no pensamento de Friedrich Nietzsche* e sua aproximação com o poeta Giacomo Taldegardo Francesco Leopardi**. Mostraremos que a crítica ao sentido (finalidade) da história proposta pelo Filósofo alemão já se encontra esboçada na poesia e prosa de Giacomo Leopardi.

Palavras-chaves: História, memória e esquecimento.

ABSTRACT

The present study examines the concept of history and memory in the work of Friedrich Nietzsche and his approximation with the poet Giacomo Taldegardo Francesco Leopardi. We will show that the critics to the meaning (goal) of the history proposed by the German philosopher is already found in the poetry and prose of Giacomo Leopardi

Key-words: History, memory and forgetness.

* Friedrich Wilhelm Nietzsche nasceu em 15 de outubro de 1844 na cidade de Röcken, próxima a Leipzig. Aluno-modelo, era chamado pelos colegas de escola de “pequeno pastor”. Morre em 1900, na cidade de Weimar.

** Nasceu em Recanati, em 29 de junho de 1798, no então Estado Pontifício das Marcas. Filho do Conde Monaldo Leopardi e da Marquesa Adelaide Antici. Morre em 14 de junho de 1837, com 39 anos, vitimado por um ataque de asma e hidropsia cardíaca, numa casa em Vila Ferrigni. Ao seu lado, encontrava-se o seu amigo Ranieri. Foi sepultado na Igreja de São Vital, em Fuorigrotta. Em sua lápide, encontra-se a inscrição feita pelo seu amigo Pietro Giordani: *Ao Conde Giacomo Leopardi de Recanati/ filólogo admirado fora da Itália/ escritor de filosofia e de poesia altíssimo/ a comparar-se apenas com os gregos/ o qual cessou aos XXXIX anos de vida/ em virtude de contínuas doenças terríveis/ fez Antônio Ranieri/ durante sete anos até a extrema hora/ ao amigo adorado. MDCCCXXXVII*). Deixou-nos os versos em número de 41, 4.526 páginas do diário que se intitulou *Zibaldone*. Inúmeras cartas, além dos textos satíricos contidos nos *Opúsculos morais*, dentre outros.

INTRODUÇÃO

Poesia e filosofia fundem-se em campos extremamente aproximados. Leopardi e Nietzsche, cada qual a sua maneira, encontram essa aproximação. Analisá-los é um risco e, nesse caso, as possibilidades são inúmeras frente à beleza estilística de dois filólogos, que se movem em torno de um complexo campo eivado pelos dilemas da vida humana. Pela poesia, Leopardi alça vãos imponderáveis e intempestivos. Sacode nas vielas da história os arcabouços de temporalidade removidos pelas lembranças, e encontra no dor o mais poderoso elemento da *mnemônica*. Seguindo a mesma trilha não traçada teleologicamente, pois continua difusa, arriscada e caótica nas rachaduras apalpadas pelo gênio de Leopardi, Nietzsche radicaliza contra a verdade e os elementos axiológicos que impedem as paixões humanas. Encontra na dor um elemento propulsor da lembrança. Consoante as suas afirmações na *Genealogia da moral*, “nunca nada se passou sem sangue, martírio, sacrifício, quando o homem achou necessário se fazer uma memória”.¹

É provavelmente uma genealogia da genealogia de Nietzsche. A pesquisa da origem pode ser encontrada em Nietzsche ou Nietzsche bebe nas águas leopardianas? O *Eterno retorno* gestado na alternância do nascimento e perecimento não estaria, pelo menos em germe, no pensamento de Leopardi? Inicialmente, mostraremos a aproximação de Nietzsche com o poeta de Recanati em relação aos aspectos mais gerais do pensamento de Nietzsche; em seguida, analisaremos a aproximação dos dois filólogos em relação à ideia de progresso e felicidade; na sequência do texto, examinaremos a crítica, teleologia e o conceito de genealogia em Nietzsche e, finalmente, procuraremos entender a importância da lembrança, esquecimento e dor para o Filósofo alemão e para o Poeta de Recanati.

¹ Nietzsche, 1983a, p. 304.

NIETZSCHE E LEOPARDI: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO

Refletir sobre o sentido da história no pensamento do Poeta de Recanati é embriagar-se pelo encanto do filólogo e a erudição de um gênio que se estorva nos limiares da filosofia moderna e nos rituais lúgubres da solidão. É pela poesia e pela prosa leopardiana que reencontramos os segredos e a vitalidade de muitos conceitos nietzscheanos. É no mistério e na força viva de seus versos que as tragédias modernas são relançadas e coabitam nos diversos sentidos de um tempo marcado pela força da crítica, só comparada à tragédia² nietzscheana de *Assim falou Zaratustra*.

É nesse intempestivo poeta do mundo moderno que o sentido da história, a felicidade, a verdade e o prazer são revisitados e a demonstração da infelicidade e o diálogo com a morte não poupam sequer os deuses, como acontece a Quíron que, entediado com a vida, pede licença a Júpiter e morre.

Se Nietzsche é o pensador que mais radicaliza contra a verdade³, Leopardi prepara-lhe as bases. Consoante as afirmações de Nietzsche⁴ no *Crepúsculo dos ídolos ou a filosofia a golpes de martelo*, “o mundo verdade; uma ideia que não serve mais para nada, não obriga a nada; uma ideia que se tornou inútil e supérflua; por conseguinte, uma ideia refutada: suprimamo-la”.

Leopardi⁵ (1996b, 354), no *Diálogo de Torquato Tasso e seu Gênio Familiar*, dos *Opúsculos morais*, diante da afirmação de Tasso sobre o sonho, o Gênio pergunta: “O que é a verdade?” Tasso afirma: “Pilatos não soube mais do que eu”. E o próprio Gênio responde: “Bem, responderei por ti. Sabe que da verdade ao so-

² Machado (1997) procura relacionar o projeto de *Assim falou Zaratustra* com o *Nascimento da tragédia* de 1871, primeira obra de Nietzsche.

³ Conferir sobre o assunto o livro de Machado (1999) e um artigo anterior de Vasconcelos (1998).

⁴ Nietzsche, 1976, p. 32.

⁵ Leopardi 1996b, 354.

nho não vai grande diferença senão que este, às vezes, é muito mais bonito e doce do que ela, que jamais o será”.

Leopardi encontra na dor o mais poderoso caminho e a mais nobre saída para o tédio. Enquanto o homem sofre, não se entedia pelos desprazeres do mundo, um mundo que caminha para o nada, que lança os seus filhos à solidão e ao desterro. É um constante exílio de reposições tênues rescritas no passar de um tempo que sucumbe nas tempestades. Conforme demonstra Leopardi no *Cântico do galo silvestre/Opúsculos morais*.⁶

Cada parte do universo apressa-se, infatigavelmente, para a morte com solicitude e celeridade admiráveis. Apenas o próprio planeta parece imune à decadência e ao declínio. Contudo, se no outono e no inverno mostra-se quase enfermo e velho, não menos na nova estação, rejuvenesce sempre. Mas como os mortais no primeiro momento de cada dia readquirem uma parte da juventude, assim envelhecem todos os dias e finalmente se extinguem; igualmente o universo no princípio de cada ano renasce e nem por isso deixa de continuamente envelhecer. Tempo virá em que ele e a própria natureza se apagarão. Assim como de grandes reinos e impérios humanos com seus movimentos maravilhosos, famosíssimos em outros tempos, nada resta hoje, de indício ou fama, do mundo inteiro, dos acontecimentos infinitos e das calamidades das coisas criadas, não restará um vestígio sequer.

Ao que parece, a teoria do *eterno retorno* encontra uma possível sustentação no *Canto do galo silvestre*, publicado com outros escritos satíricos nos *Opúsculos morais*, em 1827. Temos

⁶ Leopardi, 1996c, p. 418. Em 1820 tem a ideia de escrever algumas composições satíricas que, posteriormente, seriam denominadas *Opúsculos morais*. Esse conjunto de textos é publicado em junho de 1827 pelo editor Stella. Entre junho e outubro inicia a compilação do índice do *Zibaldone*, que fora acrescido de novas correções como: *Maquiavelismo e Sociedade, Aniversário, Amizade, Caráter, Educação, Egoísmo, Galateu moral, Juventude, Mundo, Simplicidade e Velhice*.

conhecimento de que Nietzsche, durante o verão de 1881, na pequena aldeia de Silvaplana, durante um passeio, teve a intuição de o *Eterno retorno*, que foi redigido logo depois em que afirma que o mundo passa pela alternância da criação e destruição, de alegria e de sofrimento de nascimento e perecimento.

Nietzsche⁷ cita Leopardi de uma maneira especial, o que raramente faz com outros pensadores. Nas *considerações extemporâneas II – Da utilidade e desvantagem da história para a vida*, mostra que o pensador

supra-histórico ilumina a história dos povos e dos indivíduos de dentro para fora [...] pois como, na infinita profusão dos acontecimentos, não chegaria ele à saciedade, à saturação, e mesmo ao nojo! De tal modo que o mais temerário acabará, talvez, a ponto de dizer, como Giacomo Leopardi, a seu coração.

Cita então um poema de Leopardi⁸ e, embora não se refira ao título do poema, trata-se do *A Si mesmo*, escrito em 1833⁹, em Nápoles, com 35 anos, quatro antes de morrer, sofrendo de uma enfermidade que já o torturava por 50 dias. O trecho do poema citado por Nietzsche é o seguinte: “Nada vive que fosse digno/ De tuas emoções, e a Terra não merece um só suspiro./ Dor e tédio é nosso ser e o mundo é lodo – nada

⁷ Nietzsche, 1983c, p. 59.

⁸ Leopardi, 1996d, p. 972.

⁹ Encontrava-se em Nápoles em companhia de Antônio Ranieri e sua irmã. Tentava suportar uma dolorosa doença que o torturava por mais de cinquenta dias. Encontrava em Nápoles algum alento, pois o clima era considerado aprazível pelo poeta. A tradução de Júlia Cortines é a seguinte: *vais repousar p’ra sempre, ó meu cansado/ E triste coração./ Supus eterna, e, no entretanto, é morta/ Minha extrema ilusão./ É morta. Sinto bem/ Que não só de quimeras a esperança/ Está, dentro de nós, extinta, como/ O desejo também,/ Repousa para sempre. Palpitaste/ Bastante. Nada vale/ O teu afã, nem de suspiro é digna/ A terra. Nela o mal/ Impera, e não tem fim./ É tédio apenas a amargura da vida,/ E o mundo em que vivemos, lodo apenas, Acalma-te, por fim./ À nossa raça miserando o fado/ Um Dom único fez: O dom da morte. Desespera agora/ pela última vez. / Contigo envolve num igual desprezo a natureza toda, E a lei oculta e bárbara que rege / A miséria comum. (Versos. Rio de Janeiro: Typographia Leuzinger, 1894).*

mais./ Aquieta-te”¹⁰ (LEOPARDI *apud* NIETZSCHE, 1983c, 59).

Nietzsche fora convidado, através de uma carta do escritor e pianista Hans von Bülow, de 1874, a traduzir a obra de Leopardi, ou nas palavras de Bülow, *traduzir a prosa do grande irmão romântico de Artur Schopenhauer. Dizia-lhe precisar de um pensador que lhe fosse próximo e afim* (BÜLOW *apud* LUCCHESI, 1996, p. 19). Nietzsche, apesar da admiração pelo Poeta italiano, segundo Lucchesi (1996, p. 20), *declina do convite, por não dominar de todo a língua italiana. Conhecia-o em tradução e sentia-lhe o peso da existência*.

A aproximação entre Nietzsche e Leopardi é imensa. É, contudo, em relação a crítica da história, que encontraremos essa aproximação de forma mais contundente.

O PROGRESSO E A FELICIDADE: CRÊS QUE, DE FATO, A ESPÉCIE HUMANA VAI MELHORANDO A CADA DIA?

O gênero humano, segundo Leopardi afirma no *Diálogo de Tristão e um amigo*¹¹, “acredita sempre, não na verdade, mas naquilo que é ou parece ser mais verdadeiro aos seus propósitos”. A busca da felicidade passa então a integrar essa ânsia de sentido na história. É pois nesse referido diálogo que o amigo pergunta de forma irônica: “Crês, então, na perfectibilidade indefinida do homem?”¹² E Tristão responde: “Sem dúvida”. O Amigo Indaga: “Crês que, de fato, a espécie humana vai melhorando a cada dia?”¹³. Ou ainda, pergunta o Amigo: “Como consequência, acreditas que este século seja superior a todos os passados?”¹⁴. E finalmente, Tristão parece despertar quando afirma:

...digo-lhe francamente que não me submeto à minha infelicidade, não baixo a cabeça ao

destino e nem faço acordos com ele, como todos os outros homens; ousou desejar a morte e almeja-la acima de qualquer coisa com tanto ardor e tanta sinceridade como creio firmemente que ela é apenas para pouquíssimos homens no mundo.¹⁵

Nesse caso, a história deverá ser pensada como alternância de dor e felicidade. A ideia de progresso associa-se à ideia de felicidade que passa a ser denunciada pelo poeta Leopardi. É no *Zibaldoni*, contudo, que Leopardi¹⁶ apresenta mais substancialmente a crítica da história e da felicidade. Inicialmente temos a crítica da eternidade;

A hipótese da eternidade da matéria não seria objeção e esses pensamentos. A eternidade, o tempo, coisas que foram tão discutidas pelos antigos, não são, conforme observaram os metafísicos modernos, nada mais do que o espaço, do que a expressão de alguma ideia nossa, relativa ao modo de ser das coisas, e não coisas ou seres, como pareciam considerar os antigos.¹⁷

Segue-se a essa crítica a desconstrução da felicidade associada à história.

Em muitas outras coisas, o desenvolvimento, o progresso, a história do gênero humano assemelham-se à do indivíduo, como uma figura que, ampliada representasse a mesma em menor tamanho, mas entre outras coisas, a seguinte. Quando os homens desfrutavam alguma felicidade ou uma infelicidade menor que a presente, quando perdendo a vida perdiam algo, arriscavam com maior desprendimento.¹⁸

É esse ponto-chave da crítica da história que, a partir da ideia do risco, aproxima Leopardi e Nietzsche. Essa ideia encontra na possibilidade do acaso a contraposição ao reino dos fins e da vontade. Nietzsche¹⁹, no *Aurora*,

¹⁰ Leopardi *apud* Nietzsche, 1983c, 59.

¹¹ Leopardi, 1996^a, p.450.

¹² Leopardi, 1996a, p.451.

¹³ Leopardi, 1996^a, p. 452.

¹⁴ Leopardi, 1996a, p. 453

¹⁵ Leopardi, 1996a, p. 455.

¹⁶ Leopardi, 1996e, p.593.

¹⁷ Leopardi, 1996e, p.593.

¹⁸ Leopardi, 1996e, p. 594.

¹⁹ Nietzsche, 1983f, p. 89

mostra que o acaso é desprovido de sentido. E Foucault²⁰, ao analisar a história em Nietzsche no texto *Nietzsche, a genealogia e a história*, publicado no Brasil na *Microfísica do poder*, mostra-nos que é preciso

Compreender este acaso não como um simples sorteio, mas como o risco sempre renovado da vontade de potência que a todo surgimento do acaso opõe, para controlá-lo, o risco de um acaso ainda maior. De modo que o mundo, tal qual nós o conhecemos não é essa figura simples onde todos os acontecimentos se apagaram para que se mostrem, pouco a pouco, as características essenciais, o sentido final, o valor primeiro e último; é ao contrário uma miríade de acontecimento²¹.

GENEALOGIA OU TELEOLOGIA?

Buscando os dissabores do tempo é que se encontra, nas entranhas das tempestades, os significados múltiplos e, ao mesmo tempo, as diversas utilidades de uma determinada coisa, gênero ou ideal de verdade. O instituído axiológico vivido na história emana de acasos, vielas e descaminhos de uma rota não traçada e de um sentido sem sentido. Todas as utilidades, conforme Nietzsche²² demonstra na *Genealogia da moral*, “são apenas sinais de que uma vontade de potência se tornou senhora de algo menos poderoso e, a partir de si, imprimiu-lhe o sentido de uma função”.

É, então, que a história inteira de uma determinada coisa ou de um órgão pode ser simplesmente uma “continuada série de signos de sempre novas interpretações e ajustamentos”²³. A história passa, então, a seguir caminhos já traçados pelo desenvolvimento de um *a priori* pleonasmicamente teleológico.

Faz-se então necessário desconstruir o dito, revisitar os lugares e os signos da histó-

ria; por mais sagrados e onipotentes que pareçam, por mais justos e nobres que os conceitos se apresentem, o seu sentido foi imprimido em postulados rígidos fixados nas gôndolas que transportam conceitos eternos. A genealogia aparece como necessidade de reparação de um dano que fora causado à história com a rigidez de uma mão de ferro.

A genealogia segue o múltiplo e o diverso. Encanta-se com os segredos. Caminha passo a passo nas pegadas meticulosas e nas vielas mais estreitas. Rescreve os códigos de honra, reabilita o anti-herói. Apraz-se no desdém do nada. Ajunta os pedaços do tempo. Devolve os lamentos e os prantos funestos de ritos e símbolos. Galopa nos sinais já quase apagados pelo tempo, pois o tempo não é dado, é reinventado. Conforme relata Nietzsche no *Humano demasiado humano*), “tudo veio a ser; não há fatos eternos: assim como não há verdades absolutas”²⁴.

Nesse caso, a crítica ao sentido da história justifica-se contra toda e qualquer desdobramento do “espírito absoluto” e Nietzsche²⁵ nas *considerações extemporâneas II – Da utilidade e desvantagem da história para a vida*, chega a ironizar com o divino hegeliano, quando afirma que

...essa história entendida hegelianamente foi chamada com escárnio e perambulação de Deus sobre a terra, Deus este que entretanto, por seu lado, só é feito pela história. Esse Deus porém tornou-se, no interior da caixa craniana de Hegel, transparente e inteligível para si mesmo e já galgou os degraus dialéticos do seu vir-a-ser, até chegar a essa auto-revelação.²⁶

É que, para Nietzsche²⁷ “está mais do que no tempo de avançar contra os descaminhos do sentido da história, contra o desmedido gosto pelo processo”. Todavia, essa crítica encontra a complementação no método filológico, con-

²⁰ Foucault, 1986, p. 28.

²¹ Foucault, 1986, p. 28.

²² Nietzsche, 1983a, p. 308.

²³ Nietzsche, 1983a, p. 308.

²⁴ Nietzsche, 1983b, p. 92.

²⁵ Nietzsche, 1983c, p. 68.

²⁶ Nietzsche 1983c, p. 68.

²⁷ Nietzsche 1983c, p. 69.

siderado um método crítico que procura fazer falar o que permanece mudo. É na *Genealogia da Moral* que esse procedimento se torna transparente. É na primeira dissertação que Nietzsche mostra esse procedimento:

Todo respeito, pois, pelos bons espíritos que possam reinar nesses historiadores da moral! Mas o que é certo, infelizmente, é que o próprio espírito histórico lhes falta [...]. A incompetência de sua genealogia da moral vem à luz logo no início, quando se trata de averiguar a proveniência do conceito e juízo “bom”.²⁸

Diriam então os historiadores da moral que o conceito bom tem na origem as ações não — egoístas, louvadas e/ou denominadas boas ou que, simplesmente, pudessem ser louvadas como boas de acordo com a utilidade de seus criadores. Essa ideia acaba reproduzindo um desenvolvimento ou meta na história, em que o bom é o que produz a compaixão e a piedade dos outros. Nietzsche desconstrói essa ideia, mostrando que os “genealogistas” procuraram o foco no lugar errado.

O juízo “bom” não provém daquele a quem foi demonstrada a bondade! Foram antes “os bons” eles próprios, isto é, os nobres, poderosos, mais altamente situados e de altos sentimentos, que sentiram e puseram a si mesmos e a seu próprio fazer como bons, ou seja, de primeira ordem, por oposição a tudo o que é inferior, de sentimento inferiores, comum e plebeu.²⁹

Ao demonstrar que a produção de conceitos é um ato de disputa, segue-se a ideia de que esses mesmos conceitos não são, não podem e não devem ser tematizados como eternos. Ao contrário, são suscetíveis de reinvenções, devendo, portanto, ser revistados. A produção de conceitos deve então ser entendida em meio ao grande emaranhado da história gestada em jogos de força. Conforme assinala Foucault “o grande jogo da história será de quem se apode-

rar das regras, de quem tomar o lugar daquelas que as utilizam, de quem se disfarçar para pervertê-las, utilizá-las ao inverso e voltá-las contra aqueles que as tinham imposto”.³⁰

É seguindo esse jogo de forças que poderíamos pensar: se os nobres geram os conceitos, poderíamos encontrar a resistência nos escravos. Nietzsche discorda dessa ideia. Os escravos construíram uma moral fundada na piedade e na compaixão. É o que Nietzsche denominou moral do ressentimento, que efetivamente não conseguem se opor à produção de conceitos gerada pelos nobres. Segundo Nietzsche,

O homem do ressentimento não é nem fraco nem ingênuo, nem mesmo honesto e direto consigo mesmo. Sua alma se enviesa; seu espírito gosta de escaninhos, vias dissimuladas e portas dos fundos, tudo o que é escondido lhe apraz como seu mundo, sua segurança, seu refrigerio; ele entende de calar, de não esquecer, de esperar, de provisoriamente apenar-se, humilhar-se.³¹

O homem do ressentimento vive a sua desgraça justificada no mundo exterior. Busca um culpado pelas adversidades de sua vida. Sua ação é sempre através de reação. Necessita de estímulos externos para sobreviver. Diante da possibilidade de construir o seu caminho, ele procura reagir a partir do culpado ou de um possível culpado pela sua dor, ao invés de voltar-se para si próprio e construir o seu caminho.

MEMÓRIA E HISTÓRIA EM LEOPARDI E NIETZSCHE: SONHO, LEMBRANÇA, ESQUECIMENTO E DOR

A utilização da memória como possibilidade de recomposição do passado, ligado à consciência de temporalidade, insurge-se no pensamento de Nietzsche como desconstrução de um possível sentimento de prazer imanente à história. A pergunta lançada na Segunda Disser-

²⁸ Nietzsche, 1983a, 299.

²⁹ Nietzsche, 1983a, p. 290.

³⁰ Foucault 1986, p.25.

³¹ Nietzsche, 1983a, p. 302

tação da *Genealogia da moral* — “Como se faz no animal — homem uma memória?” Ou então, “Como se imprime algo a esse em parte embotado, em parte estouvado entendimento de instante, a essa viva aptidão de esquecimento, de modo que permaneça presente?” As duas perguntas elaboradas neste texto de Nietzsche³², na realidade, já apresentam uma inseparabilidade entre lembrança e esquecimento. A resposta nietzscheana tem sua origem “naquele instinto que advinha na dor o mais poderoso meio auxiliar da mnemônica”.

Giacomo Leopardi em um poema *Sobre o monumento a Dante*, — que se preparava em Florença, afirma com meio século de antecedência em resposta à mesma questão proposta por Nietzsche:

Por que nos são os tempos tão cruéis?/ por que o nascer nos deste ou, mais atrás,/ Não nos deste o morrer,/ Destino amargo? Vendo de infieis/ E estranhos nossa pátria serva e escrava/ E uma lima mordaz/ Roendo a sua força, uma saída,/ Um mínimo conforto/ À dor malvada que a dilacerava/ Jamais lhe permitiste desfrutar³³.

Ou ainda em outra poesia, composta nos meses de agosto e setembro de 1829, quinze anos antes do nascimento de Nietzsche. Nessa poesia intitulada *As lembranças*, Leopardi verseja:

Recordo-me, este som, nas minhas noites/ Quando, menino, eu vigiava o escuro/ De terrores assíduos, suspirando/ pela manhã. Pois não há coisa alguma/ Que um veja ou sinta sem que dela surja/ Uma imagem ou doce lembrança./ Doce por si; porém com dor assoma.³⁴

Em um fragmento de 7 de outubro de 1823, do *Zibaldone*, Leopardi mostra a relação da dor com o tédio e, principalmente, a impossibilidade de o homem experimentar o verda-

deiro prazer. “Nesse caso, sempre que o homem não experimenta prazer algum, experimenta o tédio, quando não experimenta a dor, ou melhor um desprazer qualquer”.³⁵

Ora, se a memória é fixada pela dor, o homem deve encontrar canais que possam abreviar o sofrimento e a infelicidade. O sono é apresentado por Giacomo Leopardi³⁶ no *Zibaldone*, em um fragmento de 28 de novembro de 1821 como uma imagem do fim da vida. E o suicídio seria contra a natureza? Leopardi responde com uma pergunta. “Que natureza? Essa nossa atual?”³⁷ E responde:

[...] nossa verdadeira natureza, que em nada se relaciona à dos homens do tempo de Adão, permite, antes, exige o suicídio. Se nossa natureza fosse ainda a primeira natureza humana, não seríamos infelizes, e isto, inevitavelmente e irremediavelmente; e não desejariamos, antes, aborreceríamos a morte.³⁸

É desse ponto que poderemos pensar a importância do esquecimento em Nietzsche e Leopardi. Para Nietzsche, em um texto de 1873, *Sobre a verdade e a mentira no sentido extra-moral* o sono é a possibilidade de desvio da verdade sem que o sentimento moral possa impedir. Contudo, é somente pelo esquecimento que o homem algum dia pode supor uma verdade. Para Nietzsche esquecer é imprescindível.

É possível viver quase sem lembrança, e mesmo viver feliz, como mostra o animal; mas é inteiramente impossível, sem esquecimento, simplesmente viver³⁹.

O esquecimento, fazendo parte da vida, integra-se no limiar do desprazer onde seleciona-se e/ou evita-se os eventos e acontecimentos capazes de promover a dor ou alegria/felicidade. Para Nietzsche, “todo agir requer esquecimento: assim como a vida de tudo o que

³² Nietzsche, 1983a, p. 304.

³³ Leopardi, 1996f, p. 186.

³⁴ Leopardi, 1996g, p. 248.

³⁵ Leopardi, 1996e, p. 669.

³⁶ Leopardi, 1996e, p. 681.

³⁷ Leopardi, 1996e, p. 680.

³⁸ Leopardi, 1996e, p. 680.

³⁹ Nietzsche, 1983c, p. 58.

é orgânico requer não somente luz, mas também escuro”⁴⁰.

Em Leopardi, a dor é algo presente na vida e o homem busca formas de escapar à dor e ao tédio através do sono, suicídio, esquecimento ou do silêncio, conforme Vasconcelos⁴¹. Isso não implica que a paixão deva ser suprimida. No *Zibaldone*, fragmento de 22 de outubro de 1820, encontramos a seguinte asserção:

Não é necessário suprimir a paixão por meio da razão, mas converter a razão em paixão; fazer com que o dever, a virtude, o heroísmo, etc. se tornem paixões. Assim o são por natureza. Assim o eram entre os antigos e as coisas corriam muito melhor. Mas quando a única paixão do mundo é o egoísmo, então é racional que se insurja contra a paixão.⁴²

CONCLUSÃO

O elo entre esses dois pensadores é inegavelmente muito forte. Certamente a paixão que une os dois filólogos ultrapassa a temporalidade. O risco da vida reintegra-se no risco que acabo de correr quando me propus estudar os elementos nietzscheanos e leopardianos da história e da memória. Essa é uma discussão inicial, porém apaixonada. Pelo estilo de Leopardi, pelo modo intempestivo com que a filosofia de Nietzsche se apresenta no mundo atual. É necessário mergulhar também de forma apaixonada nas vielas e entrelinhas desses gênios da humanidade, pois, segundo Leopardi (1996c, p. 597),

[...] o homem desprovido de paixões não se moveria por elas, nem mesmo pela razão, porque as coisas são assim e não se pode mudá-las, porquanto a razão não é força viva nem motriz, e o homem acabará por tornar-se indolente, inativo, imóvel, indiferente, apático, como se tem tornado em grandíssima parte”.⁴³

⁴⁰ Nietzsche, 1983c, p. 58.

⁴¹ Vasconcelos, 1998.

⁴² Leopardi, 1996c, p. 597.

⁴³ Leopardi, 1996c, p. 597.

BIBLIOGRAFIA

FOUCAULT, Michel. *Nietzsche, a genealogia e a história*. In. *Microfísica do Poder*. Rio de Janeiro: Graal, 1986, pp. 15 – 37.

LEOPARDI, Giacomo. *Diálogo de Tristão e um amigo/ Opúsculos Morais. Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996a. Pp. 449 – 456.

_____. *Diálogo de Torquato e Tasso e seu gênio familiar/ Opúsculos Morais. Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996b. Pp. 353 – 362.

_____. *Cântico do galo silvestre/ Opúsculos Morais. Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996c. Pp. 415 – 418.

_____. *A Si mesmo/ Variações Leopardianas. Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996d. P. 972.

_____. *Zibaldone*. . *Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996e. Pp. 549-690.

_____. *Sobre o monumento a Dante/ Poesia. Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996f. P. 183-188.

_____. *As Lembranças Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996g. P. 247- 251.

LUCCHESI, Marco. *Carta para um jovem do século XX – Introdução geral*. In. Giacomo Leopardi. *Poesia e Prosa*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1996. Pp. 11 – 23.

MACHADO, Roberto. *Zaratustra – tragédia nietzschiana*. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

_____. *Nietzsche e a verdade*. Rio de Janeiro: Graal, 1999.

NIETZSCHE, Friedrich. *Para a genealogia da moral*. São Paulo: Abril Cultural, 1983a. (Coleção Os Pensadores).

_____. *Humano, demasiado humano*. São Paulo: Abril Cultural, 1983b. (Coleção Os Pensadores).

_____. *Considerações extemporâneas*. São Paulo: Abril Cultural, 1983c. (Coleção Os Pensadores).

_____. *Sobre a verdade e a mentira no sentido extra moral*. São Paulo: Abril Cultural, 1983d. (Coleção Os Pensadores).

_____. *A Gaia ciência*. São Paulo: Abril Cultural, 1983e. (Coleção Os Pensadores).

_____. *Aurora*. Porto : Rés, 1983f

_____. *O Crepúsculo dos ídolos ou a filosofia a golpes de martelos*. São Paulo: Hemus, 1976.

_____. *Assim falou Zaratustra*. Um livro para todos e para ninguém. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1986.

VASCONCELOS, José Gerardo. *Educação e ciência na pós-modernidade: atalhos do poder ou vontade de verdade?* In. Cadernos da Pós Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará. (mestrado e doutorado) – *Correntes Modernas da Filosofia da Ciência*. Nº 10, (org) José Gerardo Vasconcelos. Fortaleza: UFC, 1998.2, pp. 7-14.

_____. *Memórias do silêncio: militantes de esquerda no Brasil autoritário*. Fortaleza: EUFC, 1998.

Novas Oportunidades na Aquicultura: o Cultivo de Ostras na Zona Costeira do Estado Pará

New Opportunities in Aquaculture: Cultivation of Oysters in the Coastal Zone in Para State

Marlon C. França^{1,2}; Osvaldo T. L. Campos¹; Luis H. N. Leal¹; Raul H. da S. Pinheiro^{1,3}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Coordenação de Recursos Pesqueiros e Agronegócios, *Campus Belém*. Av. Almirante Barroso, 1155, Marco – Belém, Pará, CEP: 66090-000. E-mail: marlonc@ufpa.br

²Laboratório de Limnologia e Qualidade Ambiental – LAQUA/IFPA

³Universidade Federal Rural da Amazônia

RESUMO

O cultivo de ostras é uma atividade que pode ter grande alcance social e econômico, beneficiando diversos setores da sociedade (produtores, consumidores, indústrias). Essa atividade tem gerado empregos, além de ajudar a fixar populações nativas litorâneas em seu ambiente tradicional e tornar-se um complemento de renda para pescadores artesanais do Estado do Pará. Além disso, essa atividade pode colaborar com a proteção do meio ambiente através da preservação das regiões onde são feitos os cultivos e manutenção dos estoques naturais. Dentro deste contexto o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o arranjo produtivo da ostreicultura na Vila Lauro Sodré, para gerar subsídios técnicos que permitam melhorar tanto o retorno econômico, assim como a qualidade do produto produzido pelos empreendedores da Vila.

Palavras-chave: Amazônica; Zona Costeira; Aquicultura.

ABSTRACT

The creation of oysters is an activity with far-reaching social and economic benefit various sectors of society (producers, consumers and industries). This activity has generated jobs, and helps establish native coastal populations in their traditional environment and become a supplementary income for fishermen in the state of Pará. Also, this activity could contribute to protecting the environment by preserving regions where the crops are made and maintenance of natural stocks. Therefore this paper aims to characterize the arrangement of oyster production in the Lauro Sodré Village to generate technical inputs to improve both the economic returns as well as the quality of goods produced.

Key-words: Amazon; Coastal Zone; Aquaculture.

INTRODUÇÃO

O cultivo de moluscos no Brasil é representado em grande parte pela criação de mexilhões, ostras e vieiras, que representou no ano de 2004 cerca de 90% da produção (FAO, 2007). Neste mesmo ano a produção de ostras chegou a apenas 1% do total na aquíicultura (2.600 toneladas). Atualmente a ostreicultura ocupa a terceira colocação, juntamente com a mitilicultura (cultivo de mexilhões), com aproximadamente 5% da produção nacional, ficando atrás da piscicultura – cultivo de peixes (~70%), e carcinicultura – cultivo de camarão (~25%) (BOSCARDIN, 2008).

De acordo com a FAO (2007), a ostreicultura é a atividade mais rentável e crescente devido ao rápido desenvolvimento, rusticidade e ao alto valor comercial (SANTOS, 1978).

No Brasil o cultivo de ostras tem um grande potencial de desenvolvimento, devido à extensão do litoral aliado às características oceanográficas favoráveis (WAKAMATSU, 1973; GUIMARAES, 2008; AKABOSHI e PEREIRA, 1981).

No Estado do Pará, as primeiras iniciativas de atividade ostreicultora foram registradas em seis municípios: Augusto Corrêa, Curuçá, Maracanã, Salinópolis, São Caetano de Odivelas e Viseu. Que foram apoiados por instituições como SEBRAE, EMATER e SEPAq. No entanto, atualmente apenas três municípios estão produzindo ostras comercialmente: a comunidade de Nova Olinda, em Augusto Corrêa, a comunidade de Nazaré do Seco, em Maracanã e a Vila Lauro Sodré, em Curuçá, que chegou a cultivar aproximadamente 150 milheiros, durante a última produção registrada (LEE e SARPENDOTI, 2008). Um dos maiores limitantes para o crescimento da produção paraense é o alto custo dos materiais para confecção dos travesseiros (ferramenta utilizada no cultivo), além da disponibilidade de sementes (animais em estágio inicial de desenvolvimento) no ambiente para coleta, assim como as dificuldades para o escoamento da produção.

Com mais de 100 anos de existência, a Vila Lauro Sodré possui aproximadamente 80 famílias que vivem de atividades agroextrativistas (HOSHINO, 2009), ligadas à agricultura de subsistência, destacando o cultivo do maracujá e da mandioca, além de atividades ligadas a pesca e aquíicultura, extraindo dos manguezais suas riquezas, tendo como principal produto as ostras (atividade que teve início na década de 30), que são comercializadas com os intermediários e consumidores diretos.

Para promover a organização da comunidade e a busca de parceiros para o desenvolvimento de atividades que gerassem renda, e a conservação ambiental das áreas de uso, foi criada a AQUAVILA – Associação dos Aquicultores de Vila Lauro Sodré, fundada em 14 de junho de 2006, formada por pescadores, agricultores e marisqueiros. Atualmente a associação desenvolve o cultivo de ostras, com o objetivo de gerar renda, além de contribuir para a conservação dos estuários e diminuir a pressão sobre outros estoques naturais, promovendo uma exploração sustentável (GUIMARÃES, et al., 2008).

No contexto socioeconômico a atividade da ostreicultura é uma ferramenta alternativa para aumentar a renda da Vila e do pequeno produtor, aproveitando a mão-de-obra familiar, fortalecendo a comunidade, além de estimular o desenvolvimento de mecanismos para o beneficiamento das ostras. No entanto, existem algumas problemáticas sobre o escoamento da produção, pois sem compradores fixos e a falta de conhecimento da cadeia produtiva (comercial) a venda pode se tornar uma dificuldade para produções mais elevadas.

Portanto, observando estas questões, o presente artigo tem como objetivo caracterizar o arranjo produtivo da ostreicultura na Vila Lauro Sodré, para gerar subsídios técnicos que permitam melhorar tanto o retorno econômico, assim como a qualidade do produto produzido pelos empreendedores da Vila.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado junto a AQUAVILA, na Vila Lauro Sodré, município de Curuçá, região do salgado no Estado do Pará.

Dentre os procedimentos metodológicos foi realizado o levantamento bibliográfico, trabalho de campo (aplicação de questionários) e análise de dados.

A elaboração dos instrumentos de coleta, como formulários e roteiro de entrevistas foi adequada às necessidades da pesquisa qualitativa (AMARAL, 2007).

O trabalho de pesquisa de campo foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

1. Na Vila foram aplicados 60 formulários aos moradores, tratando-se de um levantamento socioeconômico. A aplicação dos questionários e roteiro de entrevistas permitiu o mapeamento do perfil socioeconômico dos produtores, dos sistemas de produção, dos processos de comercialização e seus componentes.
2. Foram realizadas duas seções de entrevistas aos diretores da AQUAVILA em momentos diferentes, com o objetivo de obter dados sobre a Associação e o arranjo produtivo.

Dentre as características sócio-econômicas do produtor, verificou-se: a ocupação; a motivação para iniciar a atividade; o nível de escolaridade do produtor; a faixa etária; o conhecimento especializado e o grau de associativismo. Nos sistemas de produção: as estruturas de cultivo e os tipos de apetrechos utilizados. Verificou-se também o funcionamento da associação e o grau de dificuldade dos produtores. Também foram entrevistados agentes da SEPAQ – Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura e agentes de restaurantes.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Curuçá pertence à Mesorregião do Nordeste paraense e à Microrregião do Salgado (Figura 1). A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: S 00° 43' 48"; W 47° 51' 06". Ao norte limita-se ao Oceano Atlântico; a leste ao Município de Marapanim; ao sul – Município de Terra Alta; a oeste – Municípios de São Caetano de Odivelas e São João da Ponta. Possui uma área de 739 km².

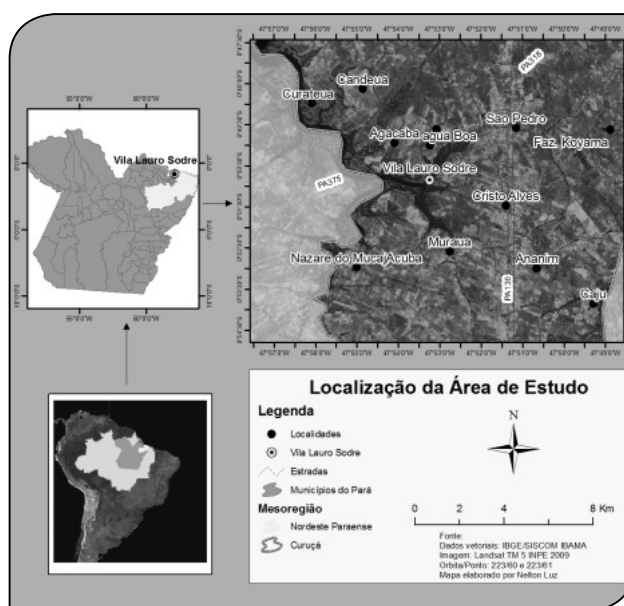


Figura 1 – Localização da área de estudo (Adaptado de Campos, 2011).

RESERVA EXTRATIVISTA “MÃE GRANDE”

“Mãe Grande” é uma reserva ambiental extrativista marinha, legalmente constituída em 2002 e povoada por 52 comunidades tradicionais de pescadores e agricultores. Possui um centro urbano composto pela junção da sede do município de Curuçá com o Distrito de São João do Abade, área visivelmente em crescimento, com uma população estimada em mais de 11 mil habitantes (IBGE, 2010).

Os recursos naturais na região encontram-se diretamente ligados à ação da atividade pesqueira industrial e artesanal. A RESEX Marinha “Mãe Grande” é uma das mais importantes Unidades de Conservação (UC) localizadas na

costa amazônica. Sua área abrange aproximadamente 37 mil hectares de estuário, povoados por aproximadamente seis mil pescadores e suas famílias, instaladas em comunidades localizadas nas ilhas, próximo a furos, rios e praias da região.

Criada em 2002, “Mãe Grande” é uma das UC nacionais que se inserem na classificação do Governo Federal, de uso sustentável – cujo objetivo legal é conciliar a manutenção dos meios de vida da população tradicionalmente instalada no local à conservação dos recursos naturais renováveis locais.

AQUICULTURA COMO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Segundo Vinatea (1999), a aquicultura nasceu na China há aproximadamente 4.000 mil anos com o cultivo de carpas. Mas alguns documentos históricos sugerem que antes disto os chineses já cultivavam macroalgas marinhas em estruturas submersas feitas de bambu. Contudo, analisando o conteúdo dos aglomerados de conchas conhecidos como sambaquis, verifica-se que a utilização de moluscos para a alimentação humana acontece desde a pré-história.

Há poucos anos os oceanos eram considerados fontes inesgotáveis de proteína animal capazes de sustentar toda a população humana, quando no decorrer da década de 80, com a maioria dos recursos sobrexplotados, se reconheceu a necessidade de dedicar mais atenção ao ordenamento pesqueiro e à importância da aquicultura na produção de pescados (FAO, 2007).

Quando comparado aos setores de produção de alimentos de origem animal, a aquicultura é o setor que vem apresentando maior crescimento, predominando neste setor os cultivos de água doce seguidos da maricultura e cultivos de água salobra. Em todo o mundo, a taxa média de crescimento neste setor tem sido de 8,8% ao ano desde a década de 70, enquanto que a pesca de captura tem crescido apenas

1,2% e a produção da carne – em terra – chega aos 2,8% (FAO, 2007).

A sustentabilidade de nosso planeta depende exclusivamente da proposição de ações estratégicas planejadas em todos os segmentos de nossa sociedade, ou seja, aumentando a produção de alimentos na agricultura, pecuária ou aquicultura, sem comprometer a qualidade e função dos ecossistemas naturais.

Segundo Roczanski et al. (2000), a aquicultura, além de permitir a redução do extrativismo e da pesca predatória, repercute positivamente na preservação de diversos ecossistemas. Ela apresenta-se como alternativa produtiva estratégica para a segurança alimentar do planeta, visto que fornece proteína animal de qualidade, com baixo custo e reduzidos impactos ao meio ambiente.

Espera-se ainda que a aquicultura contribua significativamente com a segurança alimentar e a diminuição da pobreza no planeta (FAO, 2007). A aquicultura está inserida no conceito de atividade voltada ao desenvolvimento sustentável e à correta gestão ambiental, utilizando-se do recurso ambiental como fonte produtora de alimento e não como fonte de extração desordenada.

Atualmente as populações que vivem às margens de áreas de preservação ambiental, uma consciência quanto às atividades produtivas para o desenvolvimento sustentável dos recursos pesqueiros é de extrema relevância. Sob este contexto inicia-se a busca por alternativas de substituição de fonte de obtenção de recursos econômicos entre as famílias envolvidas com o setor pesqueiro, destacando-se o cultivo de ostra (Anacleto 2007).

O desenvolvimento da aquicultura representa, além de um acréscimo na oferta nacional de alimentos, geração de emprego e renda para as populações de baixa renda (Moraes, 2005).

Vinatea (1999), afirma para a maricultura ou o cultivo de organismos marinhos que, além dos benefícios socioeconômicos, traz vantagens à preservação ambiental de importantes áreas,

pois o cultivo de organismos marinhos impõe a necessidade de manutenção da qualidade das águas.

Contudo, o crescimento industrial e a inexistência de uma gestão racional dos recursos vivos podem levar ao declínio da atividade, devido em especial, às elevadas taxas de mortalidade, da ocorrência de doenças e de deformações da concha das ostras. Lembrando que o aspecto do produto causado por estas deformações é suficiente para provocar uma redução drástica no valor comercial do produto, como afirmam Pessoa e Oliveira (2006).

Existe o reconhecimento de que os procedimentos “artesanais” realizados até poucos anos, tem resultado em um efeito mínimo sobre os ecossistemas, em relação a outras atividades extrativas ou industriais (TURECK et al., 2006).

No entanto, o crescimento desordenado da atividade aquícola, ou seja, a falta de planejamento tem provocado numerosas críticas. Logo, a aquícultura por interagir com o meio ambiente, utilizando seus recursos pode provocar mudanças ambientais positivas/negativas.

ARRANJO PRODUTIVO DA OSTREICULTURA NA VILA LAURO SODRÉ

O sistema de cultivo de ostras na Vila Lauro Sodré, desenvolvido pela AQUAVILA inicia com a produção de sementes que é feita no local do cultivo, proveniente das larvas que saem das ostras em seu próprio habitat, que se fixam nos coletores artificiais construídos de garrafas plásticas.

As garrafas são provenientes de coletas realizadas nas praias por aquicultores e às vezes de doação dos moradores da localidade. Os próprios aquicultores são responsáveis pela obtenção, confecção e manutenção dos coletores artificiais utilizados no sistema de cultivo. Todo esse processo é feito de forma individual. Após a retirada das sementes dos coletores, é feita a seleção e classificação através de um classificador (constituído de diferentes telas).

Após esse processo, as sementes são colocadas em travesseiros de tamanhos diferentes de acordo com a fase de crescimento que é composta pelas seguintes etapas: 1) fase de berçário (sementes) que vai de 10 a 29mm; 2) fase intermediária (juvenis) que vai de 30 a 59mm; e 3) fase de engorda (adultas) que vai de 60 a 80mm. Cada travesseiro comporta aproximadamente 3.000 sementes. O tipo de sistema para o cultivo da ostra, utilizado no local do cultivo na Vila de Lauro Sodré é o cultivo suspenso fixo, com a estrutura do tipo mesa, aonde são colocados os travesseiros (Figura 2).



Figura 2 – Distribuição dos travesseiros sobre as mesas, no processo de engorda.

Também é utilizado o sistema de lanternas, que são estruturas usadas para engorda das ostras e são fixadas em varais.

O sistema de cultivo da AQUAVILA possui 36 mesas, 300 travesseiros e 20 lanternas. As mesas são feitas de barrotes e bambus ligados entre si, com dimensões de 1 m de largura por 9 m de comprimento.

O bambu é retirado da vegetação que está localizada nas proximidades da Vila. A retirada do bambu, assim como a construção das mesas é feita individualmente, ou seja, cada membro cuida do seu próprio cultivo. O material utilizado para confecção dos travesseiros e lanternas é o polietileno, comprado no Estado de São Paulo, por intermédio do SEBRAE/PA.

O manejo e a limpeza das ostras são feitos semanalmente para a retirada de possíveis

predadores e incrustantes. As ostras são comercializadas quando atingem o tamanho mínimo de 60 mm.

A produção média das sementes é de 150 mil sementes/ciclo, sendo que cada associado produz em média 12 mil sementes. A forma de comercialização da ostra é feita *in natura* e acondicionadas em caixas de isopores cobertas com gelo. Os clientes são pessoas de fora da localidade e restaurantes de Belém. O fato de não comercializarem as ostras nos balneários e nas praias com bastante frequência, tem sido também um dos gargalos por afetar a venda direta do produto.

A análise da cadeia produtiva da ostra inclui a identificação dos elos que a compõem, conforme caracterização esquemática de seus componentes (Figura 3).

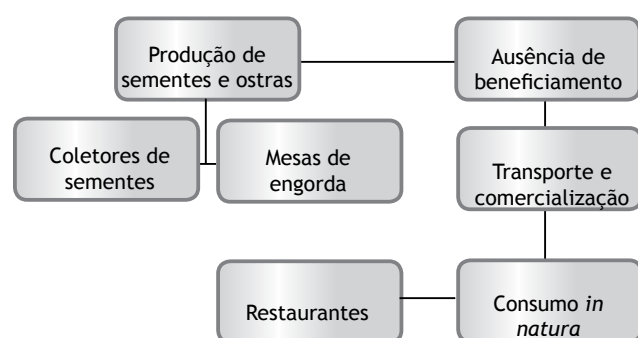


Figura 3 – Caracterização do processo de produção.

No sistema de produção as atividades dos homens e das mulheres são as mesmas em todas as fases do arranjo produtivo. No processo de venda, as ostras são vendidas por dúzias, considerando o valor de R\$ 1,00 a unidade.

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como motivação principal analisar o arranjo produtivo e propor sugestões para a melhoria da qualidade do cultivo de ostras conduzido pela AQUAVILA (Associação dos Aquicultores da Vila Lauro Sodré), no município de Curuçá no Estado do Pará.

O cultivo de ostras contribui para aumentar a renda e o emprego, fixando o pescador no

seu local de origem, além de ser uma atividade que produz alimento saudável, podendo contribuir para a diminuição da pobreza e ajudar a combater a fome nessa localidade, promovendo a segurança alimentar e nutricional.

A ostreicultura se mostrou adequada às condições socioeconômicas dos Produtores, pois estes têm como base de subsistência o extrativismo de moluscos e pesca, portanto estão familiarizadas com a coleta de ostras do mangue.

A ostreicultura, para atingir um desenvolvimento sustentável e eficiente necessita de maior atenção e investimento das entidades governamentais, além de ordenamento jurídico e políticas específicas para o setor. Programas e projetos que estabeleçam um sistema de gestão direcionada para a qualidade e certificação da atividade, com previsão de linhas de apoio governamental à produção e aos investimentos em tecnologias limpas são condições que promoverão o desenvolvimento econômico e social desta atividade, bem como o fortalecimento de sua cadeia produtiva.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela SETEC/MEC (OF. 043/2010). Os autores agradecem aos membros do Laboratório de Limnologia e Qualidade Ambiental (LAQUA/IFPA) e os membros da AQUAVILA/Lauro Sodré.

REFERÊNCIAS

- AKABOSHI, S.; PEREIRA, O. M. 1981. *Ostreicultura na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil: I. Captação de larvas de ostras, Crassostrea brasiliana*. In: Lamarck. 1819 Em ambiente natural. B. Inst. de Pesca. (único), p. 87-104.
- AMARAL, G. 2007. *Análise do Segmento de Trutas: Abordagens de Cadeia Produtiva e Turismo Rural*. 2007. Dissertação (Mestrado desenvolvimento, Agricultura e sociedade) — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de

- Ciências Humanas e Sociais, Departamento de Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Rio de Janeiro, 2007.
- ANACLETO, A. 2007. **O declínio da pesca artesanal e a ostreicultura como alternativa econômica sustentável.** Congresso internacional de Administração. Ponta Grossa, PR. 2007. Aquacult. Min. (7): 4 p.
- Boscardin, N.R. 2008. **A produção aquícola brasileira.** In: OSTRENSKY, A., et al. *Aquíicultura no Brasil. O desafio é crescer.* Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/FAO, p.27-72. 2008.
- CAMPOS, O.T.L. 2011. **A Osteicultura no Município de Curuçá: uma alternativa para o desenvolvimento local.** Dissertação de Mestrado, Nucleo de Meio Ambiente – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.
- FAO, 2007 Estatísticas da Produção Mundial de Pescado em 2006 – FISHSTAT, ROMA, 2007.
- GUIMARÃES, I.M.; Antonio, I.G.; Peixoto, S.; Oliveira, A. Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae*. Arquivos de Ciência do Mar, Fortaleza, 41(1): 118-122. 2008.
- HOSHINO, P. 2009. **Avaliação e Comparação de Projetos Comunitários de Osteicultura Localizados no Nordeste Paraense.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém 2009.
- IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo, 2010.
- LEE, J.; Sarpentoti, V. 2008. **Diagnóstico, tendência, potencial e política pública para o desenvolvimento da aquíicultura.** Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura, Volume 6 e 7.
- MORAES, L. E. de O. 2005. **A cooperação na cadeia produtiva da maricultura do Estado de São Paulo.** 2005. 179 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- PESSOA, M.F.; Oliveira, J.S. 2006. **A osteicultura no estuário do Sado: perspectivas de sua recuperação.** 1ª Conferência Lusófona sobre o Sistema Terra – Cluster FC-UL, Lisboa 22-24 de Março de 2006.
- ROCZANSKI, M.; Costa, S. W.; Boll, M. G.; Oliveira Neto, F. M. 2000. **A evolução da Aquíicultura no Estado de Santa Catarina-Brasil.** In: Simpósio Brasileiro de Aquíicultura. Florianópolis.
- SANTOS, J. J. 1978. **Aspectos da ecologia e biologia da ostra *Crassostrea rizophorae* (Guilding, 1928) na baía de Todos os Santos.** 1978. 166f. Tese (Doutorado em Zoologia pelo Instituto Biológico) – Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo. 1978.
- TURECK, C. R. 2002. **Avaliação do crescimento e contaminação em *Crassostrea gigas* (molusca bivalve) cultivadas na Baía da Babitonga, Santa Catarina.** 2002. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE. 2002.
- VINATEA, L. A. **Aquíicultura e desenvolvimento sustentável.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. 310 p.
- WAKAMATSU, T. 1973. **A ostra de Cananéia e seu cultivo.** São Paulo. Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista. Instituto Oceanográfico, USP. 1973. 141 p.

Análise do Escoamento Fluvial da Produção de Açaí nas Ilhas do Baixo Tocantins

Analysis of River Flow of Açaí Production in the Lower Tocantins Region

Ivo Almeida Costa

Graduando. Faculdade de Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Av. Augusto Corrêa, 01. Guamá. CEP 66075-110.

E-mail: ivo.almeida18@yahoo.com.br

Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro

Prof. Adj. IV, Doutorado. Faculdade de Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Av. Augusto Corrêa, 01. Guamá. CEP 66075-110.

E-mail: serafico@ufpa.br

RESUMO

Na Amazônia está a maior produção de açaí do mundo, sendo o Estado do Pará, na região da foz do Rio Tocantins, o maior produtor desse fruto. A polpa extraída do açaí vem avançando no mercado nacional, sendo, hoje, comercializada internacionalmente. Porém, existem perdas ao longo de seu escoamento fluvial devido à falta de planejamento e infra-estrutura de transporte. Este trabalho buscou analisar o processo de escoamento da produção de açaí, das ilhas situadas no Baixo Tocantins até os principais pontos onde ocorre a comercialização, tendo como foco os tempos gastos no carregamento, observados nos pontos de coleta. Registraram-se gargalos durante a coleta nas rotas fluviais, tais como, precariedade ou inadequação dos trapiches de madeira, embarcações inadequadas, paradas desnecessárias e falta de sincronismo entre o produtor e o barqueiro que realiza tal coleta. Isso reflete diretamente no tempo de escoamento do fruto até as agroindústrias da região.

Palavras-chave: Logística de transportes; escoamento fluvial; açaí.

ABSTRACT

In the Amazon is the largest production of açaí in the world, with the State of Para, in the region of the mouth of the Tocantins River, being the largest producer of this fruit. The pulp extracted from açaí is advancing in the domestic market and is now marketed internationally. However, there are losses along its river flow due to lack of planning and transport infrastructure. This study aimed to analyze the process of production flow of açaí, from the islands situated in the Lower Tocantins region to the main points where the sale occurs, focusing on the time spent in loading observed in the collection points. During the collection in the river routes some bottlenecks were recorded, such as insecurity or inadequacy of the wooden piers, inadequate vessels, unnecessary stops and lack of synchronization between the producer and the ferryman who carries out such collection. This reflects directly on the flow time of the fruit until the processing industries in the region.

Palavras-chave: Logistic of transport; flow of goods by river; açaí.

INTRODUÇÃO

O açaí é um fruto proveniente de uma palmeira cujo nome científico é *Euterpe Oleracea Mart.*, sendo comumente encontrada em áreas de várzea. Na Amazônia está a maior produção de açaí do mundo, cerca de 92% do total produzido, representando um volume de aproximadamente 121 mil toneladas, segundo dados de 2008, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Deste percentual, a região da foz do Rio Tocantins, no Estado do Pará, responde por 88%. De acordo com Nogueira et al. (2005) o valor anual da produção de açaí nesse Estado, no ano de 2005, foi de aproximadamente 66 milhões de reais.

O extrativismo de açaí ocorre em vários municípios do Estado do Pará, porém, os municípios de Igarapé-Miri e Abaetetuba, são um dos principais pontos de produção e comercialização do referido fruto. A palmeira *Euterpe Oleracea Mart.* apresenta diversas utilidades para população local, destacando-se, dentre outras: o palmito como alimento; fabricação de cosméticos; a palha para cobertura de casas; o tronco para assoalhos; e, as sementes para artesanatos e como biomassa para obtenção de energia. Mas é o fruto a grande fonte de renda para aquela população, pois possui grandes propriedades alimentícias e é considerado comida típica da região.

A polpa extraída do açaí é um produto que vem avançando no mercado nacional, e, hoje, é comercializada internacionalmente, sendo muito utilizada na fabricação de sucos, sorvetes e energéticos. Segundo Nogueira et al. (2005), “a venda de polpa congelada para outros estados brasileiros, vem aumentando significativamente com taxas anuais superiores a 30%, podendo chegar a cerca de 12 mil toneladas”. Ressaltam que as exportações da polpa para outros países ultrapassam a mil toneladas por ano.

No entanto existem perdas ao longo de seu escoamento, em função da infra-estrutura de transporte disponível, tanto no setor rodoviário

quanto no setor hidroviário. Conforme estudos de Pinheiro (2008), essas perdas no transporte causam deseconomias para o arranjo produtivo local de fruticultura do nordeste paraense, na ordem de 14,93%, quando se considera o transporte do açaí dos pontos de comercialização até as agroindústrias.

Na safra, que acontece entre os meses de julho a dezembro, o açaí é colhido nas diversas ilhas banhadas pelo Rio Tocantins, posteriormente, armazenados em rasas (cestas feitas de cipó de Arumã) de 28 quilos, que são dispostas nos atracadouros de madeira ao longo dos rios, furos e igarapés, para serem embarcadas. Após a chegada da embarcação, as rasas são carregadas para o interior do veículo, e transportadas até os municípios mais próximos, onde ocorre o transbordo do modal hidroviário para o rodoviário. Quando finalizado o carregamento do açaí nos caminhões, o produto é transportado até as agroindústrias para ser processado. Este ciclo possui, em média, 27 horas.

Tendo em vista a representatividade social e econômica do açaí para a região, e, considerando que é um produto perecível, são necessários estudos para minimizar ou eliminar tais perdas, ou seja, reduzir o tempo gasto e o custo entre a coleta e o processamento do fruto. Diante disso, este trabalho procurou analisar a logística de escoamento da produção de açaí dos municípios de Igarapé-Miri e Abaetetuba, localizados na foz do Rio Tocantins (PA), tendo como foco os tempos gastos nos processos de carregamento nos atracadouros e o deslocamento fluvial dessa produção até os principais portos, onde ocorre a comercialização do produto.

O presente estudo apontou a existência de gargalos na logística escolhida pelos barqueiros que realizam a coleta das rasas, dentre os quais: paradas desnecessárias (não ocorre carregamento) e a falta de sincronismo entre a arrumação das rasas no atracadouro e a chegada da embarcação. Além disso, sugere estudos para a projeção de trapiches ou atracadouros,

de baixo custo e maior durabilidade, bem como um rearranjo no modelo das embarcações.

TRANSPORTE E O SETOR AGROINDUSTRIAL

Observa-se um paradoxo no cenário sócio-econômico brasileiro, pois, mesmo com esse intenso processo de agroindustrialização, e estando o Brasil como um dos principais produtores agrícolas do mundo, ainda há um grande desperdício de alimentos, os custos de transportes são elevados, e a pobreza e a fome permanecem em níveis crescentes. De acordo com Jorge (apud LEVY, 2002), engenheiro de alimentos da UNICAMP (SP):

[...] a quantidade de alimentos que se perde todos os anos na cadeia produtiva agrícola seria suficiente para garantir o sustento de pelo menos um terço dos famintos do País. [...] Das 83 milhões de toneladas de grãos produzidas anualmente, algo em torno de 10% a 30% se perde no caminho entre a lavoura e o consumidor final. Entre a produção de frutas (30 milhões de toneladas por ano), o desperdício varia entre 20% e 35%, enquanto no segmento de hortaliças (27 milhões de toneladas por ano), as perdas oscilam entre 20% e 50% [...]. (LEVY, 2002, p.3).

O referido autor cita, ainda, uma estimativa do valor total do desperdício brasileiro em torno de R\$4,5 bilhões, e que uma das causas desse desperdício está no processo de embalagem e transporte das mercadorias.

As perdas podem ser resultantes da não existência ou da inadequação de algum tipo de infra-estrutura para o deslocamento do alimento, tal como o sistema de transporte. Para Caixeta-Filho (1996):

A maior parte dos países em desenvolvimento é deficiente em infra-estrutura, sendo que melhorias em seu sistema de transporte poderiam vir a reduzir o tempo em trânsito dos alimentos, desde as zonas de produção até as zonas de mercado. (CAIXETA-FILHO, 1996, p.177).

Cabe, então, investigar e compreender a participação da atividade de transporte, no sistema agroindustrial, e como o planejamento adequado de tal atividade, considerando infra-estrutura e operações, pode ser fator contribuinte para a minimização de custos, ao longo da cadeia produtiva.

O processo de globalização, no qual as agroindústrias brasileiras concorrem diretamente com fornecedores externos, tem provocado uma reestruturação das cadeias produtivas, causando um redirecionamento das agroindústrias e das indústrias de apoio, no sentido de investirem mais, não apenas em suas operações produtivas, mas também em iniciativas que venham a contribuir com a inserção e a permanência dessas cadeias produtivas no mercado.

Neste contexto de reestruturação das cadeias produtivas, a logística empresarial pode entrar como uma ferramenta extremamente importante na busca das vantagens competitivas, pois está associada ao conceito de gerenciamento integrado de atividades relacionadas, em vez da prática de gerenciamento isolado. Segundo Drucker (1995), “a logística é a última fronteira gerencial que resta ser explorada para reduzir tempos e custos, melhorar o nível e a qualidade de serviços, agregar valores que diferenciem e fortaleçam a posição competitiva da empresa (DRUCKER, apud BATALHA, 2001, p.164).

Uma das definições mais usuais de logística é a promulgada pelo Conselho de Administração Logística (Council of Logistics Management – CLM, EUA):

Logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes. (CLM, 1962, apud BALLOU, 2001, p.21).

Sendo que a missão da logística é “dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo,

no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa” (CLM, 1962, apud BALLOU, 2001, p.21).

O principal objetivo da logística é o de evitar as quebras de suprimento de diferentes produtos, em diversos locais, bem como o de evitar o acúmulo de produtos nos agentes de toda a cadeia de suprimento (BATALHA, 2001). Entende-se aqui por cadeia de suprimento “o longo caminho que se estende desde as fontes de matéria-prima, passando pelas fábricas dos componentes, pela manufatura do produto, pelos distribuidores, e chegando finalmente ao consumidor, através do varejista” (NOVAES, 2001, p.38).

As atividades componentes de um sistema logístico a serem gerenciadas variam de empresa para empresa, dependendo da estrutura organizacional da empresa em particular, das diferenças de opinião sobre o quê constitui a logística e da importância das atividades individuais para suas operações. Sendo estas atividades específicas do ramo das agroindústrias, essa logística pode ser denominada de logística agroindustrial.

Uma das atividades fundamentais de um sistema logístico é a atividade de transporte, caracterizada como indústria de apoio ao sistema agroindustrial. As indústrias de apoio são elementos que, embora não participem diretamente do processo de beneficiamento da matéria-prima, agem fortemente como fator de ligação entre os demais elementos, sendo imprescindíveis para o funcionamento do sistema agroindustrial.

A indústria de transportes, por exemplo, interage com todos os elementos do processo, seja na fase de suprimento da unidade industrial, seja na fase de distribuição do produto acabado. Dessa forma, essa indústria deve estar adequadamente preparada para realizar sua função com eficiência, isto é, transportar com rapidez, segurança e economia. Os transportes aparecem ao longo de toda a cadeia de supri-

mento, daí a importância de um bom planejamento para este setor.

A agilização adequada e segura da movimentação física de matérias-primas e de produtos acabados ou semi-acabados entre os elementos da cadeia produtiva pode evitar desperdícios e diminuir os custos operacionais; conseqüentemente, gerar custos menores ao consumidor final. Observa-se, então, que a logística de transporte assume um papel importante no sistema agroindustrial e, quando bem planejada, pode ser um fator de peso no processo de desenvolvimento sustentável (PINHEIRO, 2008).

Porém, no caso brasileiro, o desperdício de alimentos ao longo das cadeias produtivas continua em nível elevado, gerando custos desnecessários. Parte desse desperdício deve-se às atividades de transportes, que possuem um papel importante na cadeia produtiva, pois participam intensamente como elo em todas as etapas da mesma. Portanto, um fator que pode vir a reduzir tais perdas e minimizar os custos envolvidos é o estudo adequado da modelagem do transporte de produtos agrícolas, considerando todas as variáveis relevantes para o deslocamento adequado desses produtos.

Para Pinheiro (2008), não cabe somente às agroindústrias investirem de forma isolada na logística de transporte. Importante, também, é o papel das políticas públicas, que devem ser integradas, de modo que o setor produtivo esteja em sintonia com outros setores, dentre os quais o de transporte, possibilitando uma infra-estrutura adequada, que favoreça o rápido e seguro escoamento de produtos. Isso poderá ser viável, a partir do momento em que, de fato, forem consideradas, nas políticas de desenvolvimento regional, as particularidades das regiões de interesse. Em se tratando da Amazônia, com sua extensa malha hidroviária, maior atenção deve ser dada a estudos que favoreçam o uso do transporte fluvial, bem como às questões da integração rodoviar-fluvial.

Este é o caso das regiões Nordeste Paraense e Metropolitana de Belém, em relação à

eficiência e eficácia do arranjo de produção de frutas, que se encontra em evolução. As agroindústrias processadoras de polpa de açaí, que compõem esse arranjo, basicamente suprem suas necessidades de matéria-prima (açaí) a partir da produção oriunda das ilhas situadas no Baixo Tocantins, e dependem, fortemente, do transporte fluvial.

Embora a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) venha agindo no sentido de criar um ambiente propício ao fortalecimento e consolidação do Arranjo Produtivo Local de Frutas do Nordeste Paraense (APLFrutas-NEPA), estimulando a integração e a formação de redes sócio-técnicas entre os agentes públicos e privados envolvidos, ainda é necessário, segundo Pinheiro (2008), um comprometimento maior por parte dos agentes públicos responsáveis pelo setor transporte, a fim de que, no planejamento da infra-estrutura, rodoviária e fluvial, sejam consideradas as especificidades das operações de suprimento de matéria-prima e insumos, bem como a de distribuição física de produtos acabados do referido arranjo.

ESCOAMENTO FLUVIAL DE AÇAÍ DAS ILHAS DO BAIXO TOCANTINS

A logística de transporte para o suprimento do açaí, desde as áreas de plantio até as agroindústrias do APLFrutas-NEPA, é complexa e requer um número grande de informações. Essa logística pode ser analisada, basicamente, em três etapas: o escoamento fluvial, o processo de transbordo e o escoamento rodoviário. Neste estudo foi analisado o escoamento fluvial com vistas a minimizar os tempos gastos nos deslocamentos ao longo das rotas, e, principalmente, no carregamento do açaí nos pontos de coleta nas ilhas.

Para o desenvolvimento do estudo, foram consultados diversos materiais bibliográficos, publicados por autores brasileiros e estrangeiros, que tratam sobre a relação entre trans-

porte de produtos agrícolas, infra-estrutura de transportes e a competitividade do agronegócio. Também foram consultados estudos específicos da região Amazônica, dentre os quais, Costa *et al.* (2004) e Andrade (2004), que apontam carências tecnológicas em relação ao transporte rodo-fluvial para a consolidação dos arranjos produtivos locais no Estado do Pará; e, Pinheiro (2008), que trata da eficiência logística no transporte rodoviário do açaí, produzido na região do Baixo Tocantins, e escoado para as diversas agroindústrias do nordeste paraense.

Complementando essa consulta, foram realizadas pesquisas de campo, através das quais se registraram dados qualitativos e quantitativos de duas rotas fluviais adotadas para a coleta do açaí, sendo uma no município de Igarapé-Miri(PA), e outra no município de Abaetetuba (PA).

Através de um equipamento GPS, foram coletadas as coordenadas geográficas de cada ponto (atracadouro), observando-se, também: o número de rasas embarcadas; o tempo gasto para atracação da embarcação; o tempo gasto para o carregamento das rasas no veículo; o número de pessoas envolvidas no carregamento; o tempo para desatracação da embarcação; o tempo gasto entre atracadouros de cada rota; o tempo gasto até o porto principal; e o tempo gasto para o desembarque final.

Foram analisados os tipos de atracadouros e os tipos de embarcação, bem como aspectos qualitativos dos processos em questão. As rotas pesquisadas foram representadas graficamente com o auxílio dos programas computacionais ArcView GIS (versão 3.2) e GoogleEarth, que facilitaram a visualização e análise dos pontos de coleta, bem como a composição de um banco de dados (Figuras 1 e 2).

Caracterização

O açaí é um fruto típico de área de várzea, e, por isso, é largamente encontrado nas regiões insulares dos municípios do Estado do

Pará. Na Microrregião de Cametá, banhada pela foz do Rio Tocantins, concentra-se a maior produção desse fruto. Essa microrregião faz parte da Mesorregião Nordeste Paraense e é uma região entrecortada por inúmeros rios, igarapés e furos, cujo acesso, para a coleta do açaí, é feito exclusivamente pelo transporte fluvial, através dos mais variados tipos de embarcações, prevalecendo as *canoas* e as *rabetas*, que apresentam entre 8 e 12 metros de comprimento.



Figura 1 — Rota fluvial de escoamento do açaí, Igarapé-Miri (PA).

Fonte: Elaborada pelos autores, 2010, com auxílio do GoogleEarth.



Figura 2 — Rota fluvial de escoamento do açaí, Abaetetuba (PA).

Fonte: Elaborada pelos autores, 2010, com auxílio do GoogleEarth.

O açaí adquirido pelas agroindústrias do APLFrutas-NEPA, para o processamento da polpa, geralmente é coletado pelos produtores ribeirinhos, nas primeiras horas da manhã. Esse fruto é acomodado em rasas, que ficam armazenadas nos atracadouros de madeira, dispostos na frente das habitações, à espera da embarcação que irá transportá-las até o ponto estabelecido para a comercialização. De acordo com entrevistas realizadas nas agroindústrias do APLFrutas-NEPA, o açaí coletado pela manhã e adquirido nos pontos de comercialização pela parte da tarde, é melhor em relação ao fruto coletado à tarde e comercializado pela manhã, haja vista o menor tempo entre a coleta e o processamento em fábrica, o que é melhor para a qualidade final do produto.

Após coletado, o açaí pode ser transportado pela embarcação do próprio produtor, ou por embarcações de terceiros, que podem ser produtores ou não. Na região das ilhas dos municípios de Abaetetuba e Igarapé-Miri, principais produtores, a coleta nos atracadouros costuma iniciar entre 9 e 10 horas da manhã, e a chegada das embarcações nos pontos de comercialização, é observada, geralmente, à tarde, a partir das 15 horas. Porém, não existe um horário fixo para essas operações.

A operação de embarque e transporte, até os pontos de venda, varia em função de diversos fatores, dentre os quais se destacam: o tipo de embarcação, a rota adotada, o número de pontos de coleta, o tipo de atracadouro, a quantidade de rasas embarcadas, o número de pessoas envolvidas na operação, o horário da maré, e a necessidade ou não de transbordo entre embarcações.

A etapa de escoamento fluvial do açaí, com destino às agroindústrias, é encerrada nos portos e atracadouros da sede dos principais municípios (Abaetetuba e Igarapé-Miri), onde ocorre o transbordo do açaí coletado para o modal rodoviário.

Análise dos dados

Apresenta-se, aqui, uma breve análise do transporte do açaí, nas ilhas da região do Baixo Tocantins. Em primeiro lugar, as embarcações não são apropriadas para esse transporte. As embarcações são construídas com características para o transporte de passageiros, e improvisadas para o transporte de carga. Tal fato dificulta a acomodação da carga, bem como o seu embarque/desembarque. No caso das canoas, que são embarcações mais utilizadas nesse transporte, têm coberturas rígidas e apresentam pequenas aberturas laterais, prejudicando o manuseio da carga.

Uma embarcação do tipo *canoas*, com 10 metros de comprimento, costuma transportar, em média, na época da safra de verão do açaí, cerca de 200 rasas de 28 quilos cada. Porém, em alguns casos, ocorre a extrapolação dessa quantidade, colocando em risco esse transporte. Observa-se, que há possibilidades de contaminação do fruto coletado, ainda no interior da embarcação, haja vista que as rasas são arrumadas diretamente no piso, sem nenhuma proteção inferior. Além disso, embora a maleabilidade das rasas pareça favorecer a arrumação na embarcação, percebe-se que o conteúdo das rasas posicionadas nas camadas inferiores pode sofrer injúrias do tipo esmagamento, ocasionando perdas no peso e na qualidade.

Segundo relatos de alguns proprietários de embarcações, o melhor tipo para esse transporte seria embarcações com características semelhantes às embarcações do tipo *geleira* (tipo de embarcação sem cobertura), pois elas têm uma capacidade maior e são melhores para a acomodação e o manuseio da carga. Entretanto, esses proprietários se queixam do alto custo para aquisição de uma nova embarcação, que varia entre R\$9.000,00 a R\$12.000,00 (valores referentes ao ano de 2008). Queixam-se das condições de financiamento, que não são compatíveis com suas realidades.

Outros aspectos observados no escoamento fluvial são a dificuldade de acesso a determi-

nados locais e as condições dos atracadouros, nos pontos de coleta. Dependendo do horário da maré, a coleta das rasas de açaí se torna mais demorada e, por vezes, arriscada, reque-rendo muita habilidade das pessoas responsáveis pela operação. Na Figura 3, são mostrados exemplos dessas situações.

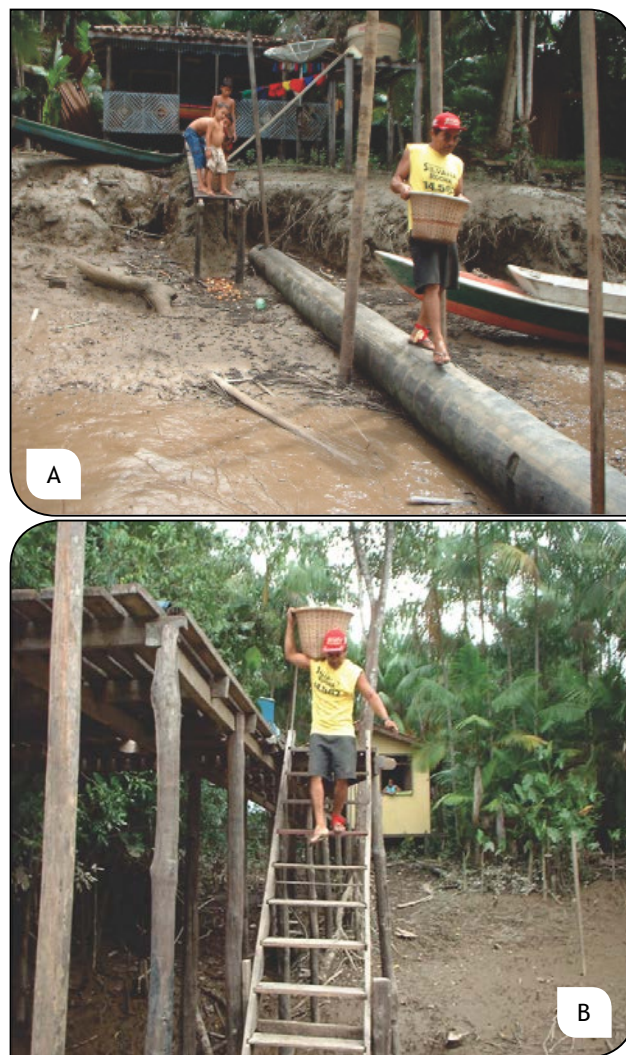


Figura 3. Atracadouros nos pontos de coleta do açaí: (a) troncos de buriti, improvisados para atracação de embarcações; (b) movimentação insegura no atracadouro. Fonte: Pinheiro, 2008.

Durante as pesquisas de campo, houve apenas um registro de atracadouro, em uma das ilhas de Abaetetuba (PA), no qual o embarque de rasas ocorreu de forma mais rápida e segura, em relação aos demais pontos observados. Tal fato pode ser explicado pela estrutura utilizada, que, embora simples, facilita as

operações de embarque e desembarque, por nivelar a embarcação à plataforma de madeira do atracadouro, tanto na enchente como na vazante do rio. Trata-se de uma plataforma flutuante, formada por um tablado de madeira sobre camburões vazios.

Um fato que compromete a etapa de escoamento fluvial são as operações de transbordo em pleno rio. Além de não oferecer segurança, com riscos de acidentes, devido a não atracação das embarcações, a transferência das rasas torna-se desconfortável para os carregadores e, dessa forma, compromete o tempo de escoamento como um todo.

Verifica-se que os ribeirinhos possuem certa organização em termos das rotas a serem adotadas para as coletas nas ilhas. Porém, em determinados furos e igarapés, não é possível uma embarcação do tipo *canoa* trafegar, devido às suas dimensões (boca e calado) não serem compatíveis com a profundidade de tais cursos d'água.

Observa-se, ainda, que há necessidade de se ter um planejamento para essa logística de transporte, bem como projetos de embarcações com características adequadas, capazes de escoar a produção de açaí de forma rápida, segura e econômica, pois, segundo relatos dos produtores, costumam ocorrer perdas por falta de condições de transporte, principalmente, na safra de verão, quando a quantidade produzida nessas ilhas é significativa. Nessa época, alguns ribeirinhos deixam de apanhar uma parcela dos frutos, que estragam com o tempo, pois não dispõem de meios para o escoamento.

Os portos e atracadouros não propiciam condições satisfatórias para as operações de atracação das embarcações, de desembarque do açaí transportado, de movimentação e armazenagem das rasas, nem de carregamento dos caminhões que transportam o fruto para as agroindústrias. Exemplos disso são alguns pontos localizados no município de Igarapé-Miri (PA), que é conhecido como a *capital do açaí*.

Nesse município destacam-se o porto principal (sede), a rampa da PA-151 e o atracadouro do Furo do Suspiro. Ambos apresentam, na época de safra, uma movimentação significativa de rasas de açaí, mas a infra-estrutura é precária para o papel que esses pontos representam na economia local e estadual. Não há plataforma nivelada que possa facilitar a movimentação e a armazenagem das rasas de açaí, e as rasas são depositadas no terreno natural, sem nenhum suporte inferior. Tal fato compromete a qualidade do fruto coletado, pois oferece risco de contaminação.

No caso do município de Abaetetuba (PA), no porto principal, existe uma plataforma de concreto, com locais específicos para a atracação das embarcações, e escadas para evitar os desníveis da lâmina d'água. Na interface terrestre, observa-se uma área com pavimento rígido e meio-fio bem definido, fatores que auxiliam a manobra e o estacionamento dos veículos, e os deixam mais bem posicionados em relação às embarcações, diminuindo a distância de transferência das rasas de açaí, entre as embarcações e os caminhões. Dessa forma, as operações de descarregamento e de transbordo para o modal rodoviário são facilitadas, o que reduz o tempo total de transporte até as agroindústrias.

Resultados

A partir do diagnóstico realizado, se observou uma carência de infra-estrutura disponível para o transporte e armazenagem do açaí, ao longo das rotas fluviais. Os resultados da pesquisa foram divididos em duas partes, sendo a primeira, referente aos aspectos quantitativos do processo de carregamento do produto nas embarcações, nos pontos de coleta, e a segunda, aos aspectos qualitativos que interferem de um modo geral, no escoamento fluvial daquele fruto. A Tabela 1 apresenta um resumo do processo de carregamento nas rotas fluviais selecionadas para este estudo.

Tabela 1 — Características do processo de carregamento de rasas de açaí nas rotas fluviais de Igarapé-Miri e Abaetetuba, região do Baixo Tocantins (PA)

Rota	Igarapé-Miri	Abaetetuba
Pontos de coleta	10	7
Nº total de rasas	77,5	81
Nº médio pessoas envolvidas no carregamento	1	2
Média de rasas/ponto	7,05	11,57
Taxa média de carregamento (rasa/min)	1,36	3,01
Tempo médio de carregamento (min) / ponto	5,91	5,71
Tempo total (min) — chegada no porto final	265	255
Tempo total gasto no processo de carregamento (min)	65	40
Tempo total gasto atracação/espera/desatracação (min)	68	102
Tempo gasto no deslocamento fluvial (min)	132	113

Fonte: Elaborada pelos autores, 2010.

Aspectos quantitativos

Considerando as duas rotas, se observou que o tempo total gasto entre a coleta do açaí nos atracadouros e os principais portos de comercialização é, em média, de 4 horas e 20 minutos, sendo que o tempo da embarcação atracada nos pontos de coleta representa, em média, 53% desse tempo total. O tempo gasto na operação de carregamento das rasas na embarcação é de, aproximadamente, 38,5% do tempo total que a embarcação permanece atracada. Esses tempos apresentam percentuais elevados em relação ao tempo total da operação, devido, principalmente, às estruturas precárias dos atracadouros existentes, ao tipo de embarcação adotado e à carência de mão de obra para auxiliar no carregamento.

Na rota do município de Igarapé-Miri (PA), se observou uma taxa média de carregamento de 1,36 rasas/minuto, enquanto que na rota do município de Abaetetuba (PA), essa taxa média é de 3,01 rasas/minuto. Nesta rota, registrou-se a existência de um trapiche flutuante em apenas um dos 07 pontos de coleta pesquisados, o que proporcionou uma significativa redução no tempo de carregamento, quando comparado ao volume transportado em outros pontos, inclusive, os da rota de Igarapé-Miri. No referido ponto, foram embarcadas 42 rasas, com uma taxa de carregamento equivalente a 2,21 rasas/min.

Aspectos qualitativos

O projeto das embarcações dificulta o trasbordo da carga e aumenta o tempo de parada, uma vez que essas embarcações são para o transporte de passageiros, o que dificulta o embarque/desembarque do produto, bem como a arrumação do mesmo no interior do veículo. Em relação às condições dos trapiches e atracadouros, estes são construídos com madeira local, e cada família ribeirinha tem seu modelo próprio. Em algumas casas, as condições são extremamente precárias ou desfavoráveis à atracação das embarcações e ao desembarque de pessoas. Isso contribui para o tempo gasto na atracação da embarcação. Não se observou uma preocupação, por parte dos produtores ribeirinhos, em manter os trapiches e atracadouros em boas condições, e, deve-se considerar que essas estruturas sofrem constantes impactos, principalmente das embarcações carregadas no período de safra.

Outro aspecto a ser considerado é o efeito de maré. Devido à proximidade com o Oceano Atlântico, a região das ilhas é influenciada por este fenômeno, que reflete não somente no processo de embarque do açaí como na deterioração prematura dos frágeis trapiches e atracadouros existentes. O fator mão-de-obra também é relevante, pois na cadeia produtiva do açaí, a mão-de-obra é culturalmente fami-

liar. Entretanto, se faz escassa no período da safra, onde os filhos dos produtores estudam, e, a maioria dos pais, em função de suas idades e pesos, não consegue subir nas palmeiras para a coleta dos cachos de açaí. Os impactos ambientais também podem ser observados quando se trata da retirada da mata ciliar para a plantação da palmeira do açaí. Tal fato proporciona a erosão das margens, o que dificulta a contenção dos próprios trapiches, bem como o assoreamento dos rios, diminuindo a lâmina d'água e dificultando o acesso das canoas aos pontos de coleta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora neste estudo tenham sido exploradas apenas duas rotas fluviais para o suprimento do açaí nas agroindústrias da região do nordeste paraense, pode-se observar que o segmento transporte apresenta significativos gargalos que dificultam o escoamento da produção das ilhas do Baixo Tocantins, comprometendo a qualidade e a competitividade desse fruto, nos mercados nacionais e internacionais.

Em função da geo-hidrografia da região do Baixo Tocantins, é difícil a implantação de trapiches mais sofisticados, como por exemplo, os de concreto, em cada residência ribeirinha. Diante das condições observadas, são necessários projetos de estruturas de madeira, flutuantes ou não, que apresentem maior resistência às forças geradas pelas operações das embarcações, seja para carga/descarga ou para embarque/desembarque de passageiros, e que possam proporcionar maior conforto e menor tempo dessas operações.

Além disso, e de maneira complementar, a aplicação da bioengenharia de solos como técnica alternativa para recuperação das margens dos rios, em áreas de várzea, poderia ser investigada para conter o problema da erosão e assoreamento dos cursos d'água. Tais estudos poderiam favorecer o aumento de profundidade de alguns rios, permitindo novamente o aces-

so de embarcações com calados maiores, bem como compor uma base mais sólida para a implantação dos trapiches.

Outro aspecto a ser considerado, é a necessidade de um maior envolvimento e empenho dos agentes públicos responsáveis pelo planejamento do setor transporte, no sentido de gerar políticas públicas integradas que contemplem as especificidades locais/regionais. Os sistemas de transporte devem ser compatíveis com as demandas do setor produtivo, o que não está ocorrendo no âmbito do arranjo produtivo local de fruticultura do nordeste paraense, quando se trata da fase de suprimento da matéria-prima (açaí) às agroindústrias.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, W. D. Castro de. **A emergência da agroindústria de processamento de frutas no Nordeste Paraense, Região Metropolitana de Belém e no Marajó: uma análise do potencial da capacidade produtiva e inovativa sob a ótica de Arranjo e Sistema Produtivo e Inovativo Local – ASPL**. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Regional). Belém: NAEA/UFGPA, 2004.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 2. ed. v.1. São Paulo: Atlas, 2001.
- CAIXETA-FILHO, J.V. Transportes de Produtos Agrícolas: sobre a questão das perdas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.34 (3-4), p.173-199, jul/dez, 1996.
- COSTA, F. A.; ANDRADE, W.; SILVA, F. C. F. **O Processamento de Frutas no Nordeste Paraense e Região Metropolitana de Belém: um arranjo produtivo emergente**. Relatório de Pesquisa apresentado a RedeSist. Belém: NAEA/UFGPA, 2004.

IBGE. **Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo: açaí. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=15&i=p>>. Acesso em: 03 maio 2010.

LEVY, C. **Perdas na cadeia produtiva alimentariam 1/3 dos famintos.** 2002. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/199-pag03.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2003.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (Orgs.). **Açaí.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. (Sistemas de Produção, 4).

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de produção: estratégia, operação e avaliação.** Rio de Janeiro: Campus, 2001. 409p.

PINHEIRO, A. M. G. S. (2008). **Infra-estrutura de transporte e desenvolvimento regional sustentável: um estudo sobre o Arranjo Produtivo Local de Fruticultura do Nordeste Paraense.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento Socioambiental). Belém: NAEA/UFGA, 2008.

Análise Situacional da Provisão de Abastecimento de Água do Programa de Aceleração do Crescimento no Pará

Situational Analysis of Provision of the Water Supply of the Growth Acceleration Program in Pará

Andressa Santos Braga

Aluna do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental (IFPA).

Eduarda de Oliveira Cunha

Aluna do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental (IFPA).

Tamires C. S. Nascimento

Aluna do curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental (IFPA).

Mary Lucy Mendes Guimarães

Doutora em Desenvolvimento Sócio-Ambiental (NAEA/UFPA). Docente e Pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Av. Almirante Barroso, 1155 – Bloco “A” 2º Andar – Marco – CEP.: 66093-020. mary.lucy@ifpa.edu.br

RESUMO

O saneamento ambiental é um direito da sociedade garantido pela Constituição Federal do Brasil e também pela Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445, de 05.01.2007, que prevê a universalização de serviços de saneamento básico. Dentre os quais se destaca, neste trabalho, a provisão do serviço de abastecimento de água e a implementação das obras físicas que têm origem no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2007-2010) no Estado do Pará. O artigo apresenta, de forma resumida, a trajetória histórica da provisão do serviço de abastecimento de água no País, mais especificamente no Estado do Pará, quando descreve o sistema de produção, tratamento e distribuição de água que abastece parte da população paraense. Por fim, analisa a eficácia do PAC e aponta os problemas encontrados dentro do contexto de implementação dos projetos e das obras planejadas para atender o cronograma de execução entre os anos de 2008 e 2010.

Palavras-chave: Saneamento básico; Abastecimento de água; Programa de Aceleração do Crescimento.

ABSTRACT

The basic sanitation is a society right guaranteed by the Brazil's federal constitution and also by national politics of basic sanitation, law nº 11,445, of 05.01.2007, providing the universalization of basic sanitation services. Among which stands, on this work, the provision of water supply services and implementation of physical works originated by the Growth Acceleration Program (PAC 2007 – 2010) in Para. The article presents shortly, the historic trajectory of the provision of water supply services on the country, specifically in the state of Pará, when describes the production system, treatment and water distribution that supplies part of Pará population. Finally, analyzes the PAC's effectiveness and points the found problems, inside the projects implementation context and works planned to answer the execution chronogram between the years 2008 and 2010.

Keywords: Basic Sanitation; Water Supply; Growth Acceleration Program.

INTRODUÇÃO

A questão do saneamento básico está diretamente ligado a qualidade de vida das pessoas, pois tem relação intrínseca com a questão da saúde, principalmente no tocante a provisão do serviço de abastecimento de água e ao uso inadequado da mesma.

Tendo em vista que, a trajetória do saneamento no Brasil está vinculada ao surgimento e crescimento das cidades, via-de-regra, elas se desenvolveram para atender o aumento demográfico, sem planejamento no tocante a provisão dos serviços infraestruturais urbanos, onde estão incluídos os serviços de saneamento.

Esta realidade é fortemente evidenciada quando consideramos aquilo que Maricato (2000) denomina por cidade ilegal.

A autora Ermínia Maricato fala sobre a existência de duas realidades presentes em território urbano que se caracterizam por cidade legal ou formal, aquela legitimada pelo Estado, e a quem este atende com adequada provisão os serviços infraestruturais; e a cidade informal ou ilegal, espacializados a margem da cidade legal, na periferia, locais preteridos pela especulação imobiliária, que são atendidos de forma parcial e inadequada pelo Estado quando da provisão dos serviços urbanos

É principalmente para a população residente nessa cidade que se percebe um grande déficit em relação à provisão dos serviços com qualidade.

Isto quer dizer que com o aumento populacional, há conseqüentemente um aumento na demanda de abastecimento de água e de eliminação de dejetos, gerando vários problemas, seja em relação a saúde da população, seja em relação a problemas ambientais ou sociais.

A Constituição Federativa do Brasil de 1988 garante a provisão dos serviços de saneamento básico. Sendo que a universalização do saneamento básico é direito também assegurado pela Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Lei nº 11.445 de 05.01.2007.

A PNSB estabelece diretrizes no âmbito nacional para nortear as ações voltadas ao saneamento. Sendo utilizada como instrumento pelo Governo Federal e demais profissionais da área na elaboração de metas e estratégias para realizar a provisão dos serviços de saneamento a população.

O artigo faz referência à problemática da universalização do abastecimento de água no Brasil e apresenta uma análise sobre a eficácia do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), na provisão de saneamento básico, especificamente as intervenções direcionadas a provisão do serviço de abastecimento de água nos municípios do estado do Pará.

O artigo está dividido em três principais partes: a primeira contextualiza, historicamente, a provisão do serviço de abastecimento de água no Brasil e no Pará, mostrando que ainda perduram grandes dificuldades para a universalização do abastecimento de água; a segunda parte apresenta o sistema de abastecimento de água, ressaltando as especificidades e diferenças entre o serviço prestado para a RMB e os demais municípios paraenses; e a terceira parte revela quais foram os resultados obtidos, até o momento, no que diz respeito, a ampliar ou mesmo melhorar a provisão de água para o estado do Pará em decorrência das intervenções feitas pelo Governo do Estado em parceria com o Governo Federal com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento.

Para consecução dos objetivos propostos na realização da pesquisa, foi feita pesquisa bibliográfica sobre os seguintes assuntos: o financiamento do setor do saneamento no Brasil; as desigualdades regionais na provisão dos serviços de saneamento no Brasil; e avaliação de políticas de saneamento

Complementando essa consulta, seguiu-se a pesquisa documental em fontes primárias e secundárias, tais como: documentos oficiais, licitações, projetos, relatórios, normas e a legislação pertinente. O levantamento de informações foi concluído após entrevistas semi-

-estruturadas realizadas com técnicos, entre engenheiros e assistente social, da COSANPA.

A PROVISÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No Brasil

Assim como em outros lugares no mundo, a evolução do saneamento no Brasil está atrelada ao surgimento e crescimento das cidades e ao modelo de reprodução sócio-econômico que dá origem as mesmas. Rezende e Heller (2008) analisam que “a trajetória histórica do saneamento no País é inseparável dos outros aspectos do desenvolvimento, sobretudo os econômicos, sociais, políticos e culturais” (HELLER e REZENDE, 2008, p. 41).

Em meados do século XX, o Brasil estava a ascender economicamente, ao mesmo tempo que, configurava-se o problema do crescimento desordenado das cidades que aliado a falta de planejamento urbano, gerou índices alarmantes de epidemias, além das péssimas condições de habitação.

No II Congresso Nacional dos Municípios Brasileiros (1952), o então Presidente Getúlio Vargas admite em seu discurso que: “dos 1.900 municípios brasileiros, mais de 1.500 não dispõem de serviço de abastecimento d’água” (DNERu, 1962, p. 231) e a partir desse fato, lançou-se em 1953 o primeiro Plano Nacional de Financiamento para o Abastecimento de Água, que descentralizou as ações pela União e estimulou as esferas municipais, priorizando a implantação de sistemas de abastecimento de água em municípios até então esquecidos; e a segunda medida previa a ampliação de sistemas já existentes.

Durante o governo militar era notória a necessidade de uma intervenção revolucionária na questão do saneamento, visando não apenas proporcionar investimentos para o abastecimento de água, mas também para o esgotamento sanitário. Isso se concretizou através

do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), apoiando-se na importância desse investimento para vários setores, dentre eles o da saúde e da economia, considerando os recursos do Banco Nacional da Habitação (BNH) – cuja origem era o FGTS – e os investimentos internacionais, captados no sistema financeiro.

A partir do PLANASA ocorreu a criação de 27 companhias estaduais de saneamento básico, além de conseguir gerenciar problemas e soluções de âmbito nacional que o setor demandava, dentre elas alcançou com o atraso de quatro anos a meta de atendimento de 80% da população do país com abastecimento de água. Com a crise dos anos 80, o PLANASA perdeu suas condições de sobrevivência, principalmente, após a extinção do BNH.

O fim do PLANASA acarretou ao Brasil uma grande perda, principalmente, no que diz respeito a políticas públicas de abrangência nacional para o setor saneamento. Nesse contexto de instabilidade para o setor, durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, houve a implementação financiada pelo Banco Mundial, do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), que tinha como objetivo favorecer a concessão dos serviços de saneamento ao setor privado (COSTA, 1998). Embasado na justificativa de que seria uma opção viável para solucionar os problemas no setor.

Este quadro detonou uma crise no setor saneamento, que se consolida, no início do século XXI, com um grande e crescente déficit de saneamento básico, e expressa a necessidade de ações públicas no que tange principalmente a provisão do abastecimento de água com qualidade.

Atualmente, a gestão da Política Nacional de Saneamento Básico está sob responsabilidade da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, ligada ao Ministério das Cidades¹.

¹ O Ministério das Cidades foi criado pelo Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 1º de janeiro de 2003, com a proposta de implementar uma política urbana no país, direcionada a combater as desigualdades sociais,

A gestão financeira dos recursos do FGTS é de responsabilidade da Caixa Econômica Federal (CEF), sob fiscalização e controle do Conselho Curador do FGTS (CCFGTS).

O Brasil em sua posição de país membro da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2000, assinou, junto com mais 188 países membros, um documento denominado “Declaração do Milênio”, estabelecendo o compromisso de garantir a sustentabilidade do planeta Terra. Nesse documento constam oito metas, nomeadas de as “Metas de Desenvolvimento do Milênio”, que tem o prazo até o ano 2015 para serem alcançadas pelos países que assumiram o compromisso (RELATÓRIO NACIONAL DE ACOMPANHAMENTO, 2004, PÁG. 6). Dentre os objetivos expostos nas diretrizes das metas, é válido frisar o que trás como proposta promover a universalização dos serviços de saneamento, garantindo principalmente reduzir pela metade a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável e esgotamento sanitário.

No Brasil é notória a fragilidade dos dados que quantificam a situação do saneamento no país. O índice de universalização dos serviços de saneamento está longe de atingir um patamar satisfatório e previsto por uma das metas de desenvolvimento do milênio. Segundo dados da Pesquisa Geral por Amostra de Domicílios (PNAD 1992-2008) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o percentual da população urbana com acesso a água por rede geral de abastecimento passou de 82,3%, em 1992, para 91,6%, em 2008. Se, esse percentual fosse uniforme em todo o Brasil, o País já teria

alcançado a meta do milênio referente á água potável em 2007. Entretanto, existem capitais brasileiras que possuem cobertura menor que 60% como, Porto Velho (31%); Rio Branco e Macapá (56%).

Ressaltando que segundo dados divulgados no mais recente Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio a cobertura de água com melhor desempenho é encontrada no Estado de São Paulo, onde 98,9% da população urbana é servida por água de rede geral canalizada em pelo menos um cômodo do domicílio. O pior desempenho nesse quesito é encontrado no Estado do Pará, onde pouco mais da metade dos moradores em áreas urbanas (51,5%) possui acesso a esse tipo de serviço. (RELATÓRIO NACIONAL DE ACOMPANHAMENTO, 2010, PÁG. 138).

Sabe-se ainda que nas áreas rurais o nível de cobertura é ainda menor, e na maioria dos casos, a população não tem alternativa e utiliza água proveniente de poços ou nascentes, podendo esta ser oriunda de mananciais contaminados e/ou poluídos.

No Pará

No Estado do Pará, mais especificamente na RMB, as ações mais significativas voltadas ao saneamento e particularmente ao abastecimento de água ocorreram durante o Ciclo da Borracha (1879-1912). O modelo de urbanização de Belém, a Belle Époque, foi fruto de uma visão política oriunda da nova ordem social que nasceu com o advento da República, embasada no embelezamento e saneamento básico, tendo em vista uma modernidade, inspirada nos padrões europeus, e que privilegiou a elite burguesa dos comerciantes e seringueiros e em concomitância a exclusão da população mais pobre do centro da cidade.

Dentre várias ações importantes relacionadas a obras de infraestrutura urbana, temos como exemplo, a provisão do serviço de abastecimento de água. Antônio Lemos quando as-

universalizando o acesso a moradia, ao saneamento e ao transporte. Dentro da visão de formular políticas setoriais, o Ministério originou a Secretaria de Habitação, a Secretaria de Saneamento Ambiental, e a Secretaria de Transporte e Mobilidade. Considerando também a centralização fundiária do Brasil, foi criada a Secretaria de Programas Urbanos, que atua no planejamento territorial e na regularização fundiária. Sendo o Ministério fruto de um movimento social que teve início durante a Ditadura Militar e que lutava pela reforma urbana no país.

sumiu a intendência, em Belém, encomendou nos Estados Unidos aparelhos destinados a estabelecer poços artesianos em vários locais da cidade, visando resolver a forma como era feito o abastecimento de água, principalmente pelos aguadeiros que vendiam água nas portas das casas. Em 1881, foi aprovado, por Decreto Imperial, o Estatuto da Companhia das Águas do Grão Pará. E logo em seguida, no ano de 1884 foi inaugurada a construção do Reservatório do Largo de São Braz².

Em 1885, a Companhia das Águas do Grão Pará foi substituída pela Inspetoria das Águas de Belém. E em 1899, a mesma foi extinta em virtude da criação da Diretoria dos Trabalhos Públicos, dois anos depois houve sua extinção e criou-se a Diretoria do Serviço das Águas. Em 1940 através de decreto a Diretoria do Serviço das Águas é transformada em Serviços de Águas e em 1946 o Serviço de Águas passa a ser denominado Departamento Estadual de Água, até que em 1962 é criado o Departamento de Águas e Esgotos. Por fim, em 1970, houve a criação da Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA que perdura até os dias atuais

A COSANPA foi criada na gestão do PLANASA, sendo a principal prestadora do serviço de abastecimento de água no Pará. Além desta companhia, existe o Serviço Autônomo de Abastecimento de Água e Esgotamento de Belém (SAAEB) que é prestador de serviços da Prefeitura Municipal de Belém (PMB), e ainda, os sistemas independentes de algumas PREFEITURAS, a exemplo de Benevides e Santa Bárbara, que Pará, que realizam ou auxiliam a provisão do serviço na região.

Tendo como objetivo a ampliação do abastecimento de água em Belém, a COSANPA

desenvolveu vários projetos, dentre eles, em 1980, o Projeto Belém 2000, que previa: o aumento da capacidade dos reservatórios de água bruta; assim como a construção de um canal de interligação entre os lagos Bolonha e Água Preta; a perfuração de poços na zona de expansão; dentre outros serviços. O objetivo do Projeto Belém 2000 foi estabelecer a sustentabilidade ambiental e implementar a Gestão Integrada do Abastecimento de Água na RMB, através de um sistema misto, aproveitando tanto água superficial quanto água subterrânea. Entretanto, nem todas as metas estabelecidas no Projeto foram alcançadas.

Em 1987, o Programa de Recuperação das Baixadas de Belém (Projeto UNA), financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), cujo objetivo foi solucionar a problemática das inundações das zonas baixas na Bacia do UNA, também englobava ações direcionadas ao abastecimento de água, como ampliação da rede de distribuição, ramais prediais, instalações de hidrômetros, entre outras (GUIMARÃES, 2009).

Em 1993, o Programa de Saneamento para Populações de Baixa Renda (PROSANEAR), que tinha como principal objetivo fazer a provisão dos serviços de saneamento básico às populações que tradicionalmente não desfrutavam de nenhum serviço oriundo do sistema formal, aliando participação comunitária a tecnologias alternativas de baixo custo na implantação dos sistemas de saneamento. O programa foi criado pelo Governo Federal com recursos do FGTS e do Banco Interamericano para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), sendo voltado para aglomerados urbanos, com precárias condições de infraestrutura, altamente adensados e, principalmente, por pessoas de baixo poder aquisitivo (GUIMARÃES, 2009).

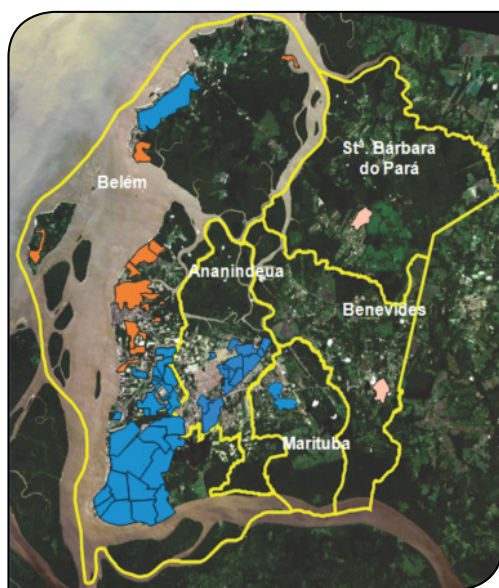
Essas foram as intervenções mais representativas da provisão do serviço de abastecimento de água implementadas entre as décadas de 80 e 90 pela COSANPA.

² Segundo registros da época, o Reservatório do Largo de São Braz achava-se a uma altura de 20 m do solo, construído de grossas chapas de ferro e assentado sobre colunas do mesmo metal, as quais se apóiam em profundo alicerce ou maciço de alvenaria hidráulica. O maquinismo destinado a alimentar o depósito do Reservatório do Largo de São Braz compõem-se de três grandes caldeiras e de outros aparelhos preciosos ao funcionamento de 100.000 L/h (CRUZ, 1944, pág. 55).

No Pará apenas 23% dos municípios possuem rede de distribuição de água totalmente tratada (IBGE, 2008). Atualmente na RMB o abastecimento de água já alcançou aproximadamente 90% da população, índice até considerável, entretanto, com o significativo crescimento populacional, nas três últimas décadas, o abastecimento de água na RMB, tem se demonstrado insuficiente, no tocante a ausência de fluxo permanente principalmente nos bairros mais periféricos ou nas áreas de expansão da capital.

O SISTEMA DE PRODUÇÃO, TRATAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO PARÁ

Sistema na Capital e Região Metropolitana de Belém



Mapa 1 — Área de abrangência das prestadoras de serviços de Abastecimento de Água da RMB
Fonte: COSANPA (2008)

	COSANPA: Belém, Ananindeua e Marituba
	SAAEB: Belém
	PREFEITURAS: Benevides e Santa Bárbara do Pará

Na produção de água da RMB são utilizados mananciais subterrâneos e superficiais pela COSANPA que abastece Belém, Ananindeua e

Marituba. O SAAEB e as Prefeituras dos Municípios de Santa Bárbara do Pará e Benevides utilizam mananciais subterrâneos, resultando em grande número de sistemas isolados, formados por poço, tratamento, reservação e distribuição, que atendem comunidades menores e, geralmente, localizadas em áreas mais afastadas (Ver Mapa 1).

A maior parte da população da Região Metropolitana de Belém (75%) é abastecida pela água captada no Rio Guamá e perfaz a seguinte trajetória:

Captação de água bruta

O sistema que abastece Belém começa no Rio Guamá, onde a COSANPA mantém uma Estação Elevatória de Água Bruta na margem direita do rio. A captação da água é feita por grandes adutoras. Em seguida, a Estação Elevatória de Água, conjuntos possantes de motobombas, transfere água para um reservatório, de onde ela desce pela força da gravidade e segue em adutora de quase três quilômetros até chegar no Manancial do Utinga, que funciona como grande reservatório natural da capital paraense (ver Figura 1).



Figura 1 — Sistema de captação e armazenamento de água superficial.
Fonte: CODEM (1998).

Reserva natural

O Manancial do Utinga é formado por dois lagos naturais, o Água Preta e o Bolonha. Além da água que vem do Rio Guamá, os lagos também são alimentados por nascentes próprias: o lago Água Preta apresenta três nascentes e o lago Bolonha apresenta duas nascentes. Os dois lagos estão interligados por um canal com dois quilômetros de extensão.

É de fundamental importância proteger os lagos Bolonha e Água Preta da poluição para que Belém não perca o seu reservatório natural. Esgotos domésticos e lixo despejados na área do manancial do Utinga provocam surgimento de macrófitas, plantas aquáticas que se alimentam desses resíduos orgânicos. Essas plantas vão morrendo e se depositando no fundo dos lagos, diminuindo sua profundidade e capacidade de armazenamento (ver Figura 2).



Figura 2 — Lago Bolonha onde se nota presença excessiva de plantas aquáticas.

Fonte: Andressa Braga (2010)

Visando a proteção ambiental da área do Utinga, em 1993 foi criada a Área de Proteção Ambiental dos mananciais de abastecimento de água de Belém, com 7.500 hectares. Além das bacias hidrográficas do Bolonha e do Água Preta, a área inclui ainda o Aurá, atingindo os municípios de Belém e Ananindeua. O objetivo é ordenar a ocupação do solo através de critérios

urbanísticos e ecológicos, bem como promover a recuperação das áreas degradadas, incluindo o seu reflorestamento.

Tratamento da água

A partir do manancial do Utinga a água é transferida para as três Estações de Tratamento de Água (ETAs) que a COSANPA mantém na capital. A mais antiga é a ETA São Brás que produz 1.200 litros por segundo (l/s), além da ETA Marco, produzindo 800 l/s, e a maior delas é a ETA Bolonha que fica em uma área de 50.000 m² próxima do lago, cuja capacidade de produção é de 3.200 l/s, e concluídas as obras de ampliação do sistema, passará para 6.400 l/s. Nas ETAs a água passa pelas seguintes etapas: pré-cloração; coagulação; floculação; decantação; filtração; adição de cloro; adição de Cal; adição de flúor.

Distribuição de água

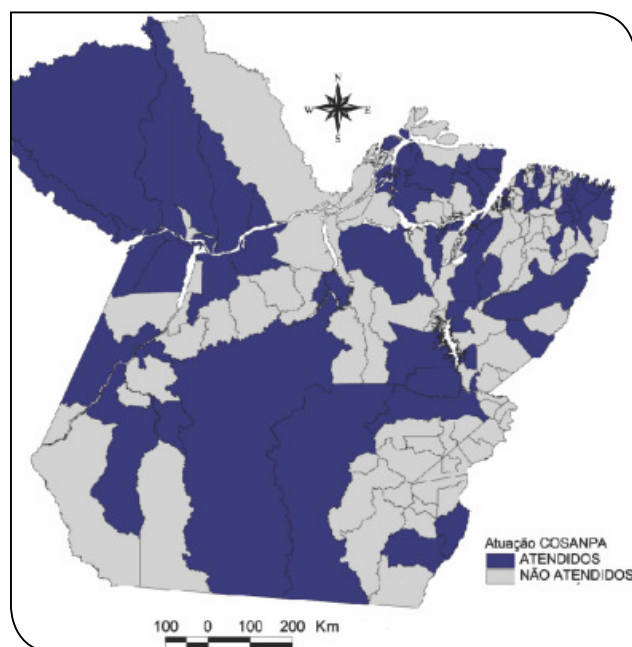
Depois do tratamento nas ETAs e pronta para o consumo, a água segue por adutoras menores para nove (9) setores operacionais e duas (2) zonas de expansão, localizados em diferentes áreas da Região Metropolitana de Belém. Nestes pontos, estações elevatórias transportam a água das adutoras para grandes reservatórios. E através de tubulações de ruas a água é distribuída para os bairros próximos de cada setor e segue seu curso natural até chegar às casas dos moradores.

A Provisão de Água nos Demais Municípios

A COSANPA é responsável pelo abastecimento de água em sessenta (60) municípios e sete (07) vilas paenses. A quase totalidade desses municípios são atendidos por Sistemas Isolados, onde a COSANPA mantém poços de grande profundidade. Para essas águas subterrâneas na maioria das vezes só precisa de desinfecção com cloro e desferriização (reti-

rada de ferro). Nas áreas onde há necessidade, a COSANPA possui pequenas estações de tratamento.

Os municípios atendidos são os seguintes: Abaetetuba, Afuá, Alenquer, Altamira, Anajás, Apeú, Augusto Corrêa, Bragança, Breves, Cachoeira Do Ariri, Capanema, Capitão Poço, Castanhal, Conceição Do Araguaia, Dom Elizeu, Faro, Igarapé-Miri, Inhangapi, Itaituba, Itupiranga, Jacundá, Juruti, Limoeiro Do Ajuru, Magalhães Barata, Marabá, Marapanim, Marudá, Mocajuba, Moju, Monte Alegre, Mosqueiro, Nova Timboteua, Novo Repartimento, Óbidos, Oeiras do Pará, Oriximiná, Ourém, Parauapebas, Peixe-Boi, Ponta de Pedras, Portel, Prainha, Redenção, Salinópolis, Salvaterra, Santa Cruz do Ariri, Santa Maria das Barreiras, Santa Maria Do Pará, Santarém, São Caetano de Odivelas, São Félix do Xingu, São Francisco Do Pará, Soure, Tailândia, Terra Santa, Tracuateua, Tucuruí, Vigia, Vila Beja, Vila Cuiana, Vila Cafezal, Vila Fátima, Vila Itinga, Vila Maiuatá, Vila Tauari, Vitória Do Xingu e Viseu (ver Mapa 2).



Mapa 2 — Municípios do Estado do Pará
Fonte: COSANPA (2005); SECTAM (2005).

O PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO PAC (2007/2010)

Concepção Geral

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi lançado em 28 de janeiro de 2007, pelo então Presidente Luis Inácio Lula da Silva. O PAC, como o próprio nome sugere, tem por intenção fazer o País se desenvolver mais rapidamente através de incentivos do Governo Federal em infraestrutura, sendo a ordem de investimentos estabelecida em R\$ 503,9 bilhões, para as áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos.

Os eixos de investimento dividem-se em três: Infraestrutura Logística, envolvendo a construção e ampliação de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias; Infraestrutura Energética, correspondendo a geração e transmissão de energia elétrica, produção, exploração e transporte de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis; e Infraestrutura Social e Urbana, englobando saneamento, habitação, metrô, trens urbanos, universalização do programa Luz para Todos e recursos hídricos.

Para a Infraestrutura Logística, a previsão de investimentos de 2007 a 2010 é de R\$ 58,3 bilhões; para a Energética, R\$ 274,8 bilhões; e para a Social e Urbana, R\$ 170,8 bilhões.

Esse programa se fez possível através da parceria do setor público, como o capital proveniente da União (orçamento fiscal), das articulações entre os entes federativos (estados e municípios) e dos investimentos de empresas estatais e do setor privado.

O PAC prevê não só a execução de obras, mas também a redução de impostos para itens como materiais de construção, computadores e alguns equipamentos eletrônicos a fim de estimular a maior compra desse tipo de produto, tendo em vista que esse ato também ajuda a desenvolver o País.

A coordenação do Programa é feita pelo comitê gestor do PAC, a CGPAC, é composta

pelos ministros da Casa Civil, da Fazenda e do Planejamento. O grupo executivo do PAC, GE-PAC, é integrado pela Subchefia de Articulação e Monitoramento (Casa Civil), Secretaria de Orçamento Federal e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos (Planejamento), além da Secretaria Nacional do Tesouro (Fazenda). O GEPAC busca estabelecer metas e acompanhar a implementação do PAC.

A prestação de contas é feita de modo quadrimestral, a fim de ter o máximo de transparência. Esses balanços trazem avaliações do andamento do programa e acompanhamento da execução das obras. O investimento proveniente do PAC foi destinado a todas as regiões do Brasil. Sendo dividido por estado e posteriormente por municípios.

Para o setor saneamento a ordem de recursos prevista para investimento é de R\$ 40 bilhões. Quantia louvável quando se considera que desde o PLANASA não mais se havia destinado tanto recurso para o setor. Entretanto, o valor se torna insuficiente, levando em consideração que cerca de 270 bilhões são necessários para a universalização dos serviços de água e esgoto para os brasileiros.

Ações e Investimentos para o Saneamento Básico no Pará

No Estado do Pará o investimento total foi de R\$ 12,1 bilhões, sendo destes R\$1,1 bilhão destinado para obras de saneamento básico, incluindo serviços como Estações de Tratamento de Água (ETA), Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), ampliação ou implantação de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), dentre outros serviços.

No Pará, vinte e quatro (24) municípios foram contemplados com obras voltadas para sistemas de abastecimento de água, sendo eles: Abaetetuba, Altamira, Ananindeua, Bagre, Barcarena, Belém, Bragança, Breves, Capanema, Castanhal, Dom Eliseu, Igarapé Miri, Itaituba,

Marabá, Marituba, Monte alegre, Nova Esperança do Piriá, Oriximina, Santa Izabel do Pará, Santarém, Soure, Tailândia, Tucuruí e Uruara.

A Tabela 1 demonstra os municípios que receberam recursos para fazer ampliação de seus sistemas de abastecimento de água. Na sequência, a Tabela 2 mostra os municípios que receberam recursos do PAC para implantar novos sistemas de abastecimento de água.

Tabela 1 – Obras de Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água.

MUNICÍPIO BENEFICIADO	INVESTIMENTO PREVISTO ATÉ E PÓS 2010 (R\$ MILHARES)	ESTÁGIO
Abaetetuba	8.980,20	Em Obra
Altamira	14.277,70	Em Licitação da obra
Ananindeua	7.143,20	Em Obra
Belém	3.837,10	Em Obra
Bragança	3.597,80	Em Licitação da Obra
Breves	2.358,80	Em Licitação da Obra
Capanema	13.942,80	Em Licitação da Obra
Capanema	5.996,40	Em Obra
Castanhal	23.978,40	Em Obra
Dom Eliseu	12.398,10	Em Licitação da Obra
Igarapé-miri	7.813,90	Em Obra
Itaituba	15.000,00	Em Contratação
Itaituba	9.994,00	Em Licitação da Obra
Marabá	64.000,00	Em Obra
Monte alegre	9.012,40	Em Licitação da Obra
Oriximiná	8.000,00	Em Contratação
Oriximiná	7.495,50	Em Licitação da Obra
Santa Isabel do Pará	1.089,10	Em Licitação da Obra
Santa Isabel do Pará	3.181,10	Em Obra
Santarém	25.000,00	Em Obra
Tailândia	3.897,60	Em Licitação da Obra
Tucuruí	2.519,80	Em Licitação da Obra

Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos em Brasil (2010).

Tabela 2 – Obras de Implantação de Sistemas de Abastecimento de Água

MUNICÍPIO BENEFICIADO	INVESTIMENTO PREVISTO ATÉ E PÓS 2010 (R\$ MILHARES)	ESTÁGIO
Marabá	16.270,0	Em Contratação
Marituba	5.526,5	Em Obra
Nova Esperança do Piria	1.838,5	Em Obra

Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos em Brasil (2010).

As Tabelas 1 e 2 apresentam um resumo dos recursos que foram investidos nos municípios que somam um total de 35 (trinta e cinco) obras voltadas para o abastecimento de água, divididas entre 31 (trinta e uma) obras de ampliação e 4 (quatro) obras de implantação de sistemas de abastecimento.

A Tabela 3 demonstra os municípios que receberam recursos para implementar projetos de saneamento integrado e urbanização. Na sequência a Tabela 4 mostra os municípios que receberam recursos do PAC para elaborar projetos de estudos de sistemas de abastecimento de água.

Tabela 3 – Projetos de Saneamento Integrado e Urbanização

MUNICÍPIO BENEFICIADO	INVESTIMENTO PREVISTO ATÉ E PÓS 2010 (R\$ MILHARES)	ESTÁGIO
Ananindeua	34.668,9	Em Obra
Ananindeua	74.293,2	Em Obra
Belém	55.000,0	Em Obra
Castanhal	55.929,2	Em Obra
Marabá	14.318	Em Obra
Santarém	46.381,5	Em Obra

Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos em Brasil (2010).

Tabela 4 – Projetos de elaboração de estudos.

MUNICÍPIO BENEFICIADO	INVESTIMENTO PREVISTO ATÉ E PÓS 2010 (R\$ MILHARES)	ESTÁGIO
Altamira	1.442,0	Em Execução
Belém	6.432,0	Em Licitação
Breves	624,2	Em Execução
Dom Eliseu	628,1	Em Execução
Marabá	787,9	Em Execução
Oriximiná	579,5	Em Execução
Soure	708,1	Em Execução
Uruará	566,9	Em Execução

Fonte: Elaborado pelos autores com dados obtidos em Brasil (2010).

Observa-se pela Tabela 3, um total de 6 (seis) obras em estágio de execução voltadas para o saneamento integrado e urbanização. No caso da Tabela 4 são 8 (oito) municípios que receberam recursos para elaboração de estudos e projetos de viabilidade técnica, social e econômica.

Nenhum dos municípios do estado do Pará que receberam recursos do PAC, conforme mostram as Tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam obras concluídas ou mesmo em fase de conclusão. Muitas obras estão ainda em processo de contratação ou ainda em processo de licitação, ressaltando que essas obras foram planejadas para que sua execução fosse realizada no período de 2007 a 2009.

Em Belém

Na Região Metropolitana de Belém a companhia responsável pela implementação e gerenciamento dessas obras é a COSANPA. Ela detém a responsabilidade dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, portanto é a responsável pelas obras de alguns desses municípios.

Vale frisar que o dinheiro disponibilizado para as obras do PAC são única e exclusivamente para o uso em obras, entretanto existem evidências que a COSANPA, o tem utilizado para fins como o PAC Solidário, que incluiu, entre outras coisas, a distribuição de cestas básicas, serviço que não é previsto na concepção da primeira versão do PAC³, e que, por esse motivo não consta na prestação de contas obrigatória do Programa.

Entretanto, está sim previsto pelo Governo Federal o PAC Social, que prevê ações como a garantia de cidadania, por meio da emissão de documentos como: certidão de nascimento, RG, CPF, dentre outros. As ações do PAC Social tiveram início no Estado com oferecimento de registro de nascimento no município de Breves.

Portanto, eis as questões: as verbas disponibilizadas pelo PAC, para aplicação em saneamento básico, estão sendo usadas adequadamente? E se estão, qual o estágio de execução dessas obras de provisão do serviço de abastecimento de água nos municípios paraenses? Por outro lado, a COSANPA tem competência para fazer aplicação dos recursos do PAC Social? E ainda, porque o Governo do Estado não faz uma avaliação do PAC para a sociedade revelando maior transparência nesse processo?

CONCLUSÃO

Os serviços de saneamento são medidas básicas para o desenvolvimento de uma sociedade moderna, entretanto, nem todos os países conseguiram alcançar a evolução do setor a tal ponto de oferecer uma qualidade de vida a sociedade. No Brasil, o caso não é diferente, pois ele carrega consigo um histórico deficitá-

rio, consequência do crescimento desordenado e sem planejamento das cidades.

Pode ser destacado como um marco no setor o lançamento do Plano Nacional de Saneamento, PLANASA, na década de 70, durante a ditadura militar. Plano este que embora fosse voltado para o saneamento, concretamente priorizou o abastecimento de água em detrimento das demais ações que compõe o saneamento básico.

Para o Estado do Pará o PLANASA trouxe a criação da Companhia de Saneamento do Pará, COSANPA, principal prestadora de serviço do abastecimento de água do Estado. Sendo também, a responsável pela execução das obras de abastecimento de água oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento, PAC.

O PAC foi um programa lançado em 2007 e pode ser citado como a medida mais importante para o setor depois do PLANASA, por trazer uma proposta bastante interessante para a evolução do quadro sanitário no País. Entretanto dentro dos quatro anos previsto para o andamento do programa, os resultados não foram satisfatórios, sendo levado em consideração, que na questão abastecimento de água, nenhuma obra do estado do Pará consta como concluída, estão em processo de execução, de contratação ou ainda em processo de licenciamento ou licitação. Tal fato demonstra que para o maior sucesso do programa deve-se ter uma gestão e uma fiscalização mais ativa, de tal forma que se cumpram os prazos determinados. Em outras palavras, até o momento, as intervenções de provisão de abastecimento de água originadas pelo PAC para atender as demandas dos municípios do Estado do Para podem ser caracterizadas pelo critério da ineficácia da expansão de políticas públicas de saneamento básico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, Senado, 1998.

³ O PAC 2 foi lançado em 29 de março de 2010 e prevê recursos da ordem de R\$ 1,59 trilhão em uma série de seguimentos, tais como transportes, energia, cultura, meio ambiente, saúde, área social e habitação. São 6 as áreas de investimentos do PAC 2: Cidade Melhor, Comunidade Cidadã, Minha Casa Minha Vida, Água e Luz para todos, Transportes e Energia.

BRASIL. Lei Federal 11.445 — Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Presidência da República: 05 de janeiro de 2007.

BRASIL, REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. 10º Balanço Quadrimestral do Programa de Aceleração do Crescimento: *Janeiro a Abril de 2010*. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/estaduais/para-1/para-10º-balanco-janeiro-a-abril-de-2010>.

BRASIL, ARPEN BRASIL. Arpen-Brasil prestigia lançamento do PAC Social pelo registro de nascimento, no Pará, 2007. Disponível em: http://www.arpenbrasil.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=185&Itemid=96

BRASIL, UNESCO. *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento*, 2004. Disponível em: <http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Brazil/Brazil%20MDG%20Report%20Portuguese%20version.pdf>

BRASIL, IPEA. *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento*, 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100408_relatorioodm.pdf.

COSTA, 1998. In: UHLY, S. e SOUZA, E. LOPES. *A Questão da Água na Grande Belém*. Belém, Editora Casa de Estudos Germânicos, 2004.

CRUZ, ERNESTO. *A água de Belém: Sistema de abastecimento usados nas capitais desde tempos colônias ate os dias hodiernicos*. Revista da Veterinária. Belém, 1944.

DNERu. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ENDEMIAS RURAIS. *Problemas de Engenharia Sanitária: Combate a endemias rurais no Brasil — Relatório dos grupos de trabalho reunidos em 1960 na cidade do Rio de Janeiro*. Ministério da Saúde. Rio de Janeiro, 1962.

GUIMARÃES, Mary Lucy M. *Políticas de provisão de saneamento básico: uma análise da insustentabilidade de intervenções de esgotamento sanitário no espaço urbano da Região Metropolitana de Belém*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará. Belém, 2009, págs. 300.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Geral por Amostra de Domicílios (PNAD 1992-2008)*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

MARICATO, Ermínia. *As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias*. In: *A cidade do pensamento único: desmanchando consensos*. ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (orgs). Rio de Janeiro. Editora Vozes, 2000.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. *O Saneamento no Brasil. Políticas e Interfaces*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

SANTOS, Stael Sarling M. dos; et al, *Saneamento Básico e problemas ambientais no município de Belém*. In: *Revista Brasileira de Geografia*. Vol.54, 54, nº1, PP. 25-73.

Uma Análise Crítica de Alguns Processos Empíricos de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis

A Critical Analysis of Some Empirical Processes of Flexible Pavements Design

Euler Guimarães Sizo

Engenheiro Civil, Empresa Sizo & Pinna Ltda, Trav. Barão do Triunfo, 3276, Marco, CEP 66093-050.
E-mail: egsizo@ibest.com.br

Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho

Doutor em Engenharia Civil. Professor Adjunto I. Faculdade de Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Av. Augusto Correa, 01. Guamá. CEP 66075-110.
E-mail: mseraphico@ufpa.br

RESUMO

Neste trabalho é realizado um estudo comparativo entre três processos empíricos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, todos, com bases conceituais substantiadas pelo método do CBR. São comparados os processos do Corps of Engineers, da AASHTO e do DNER, com o objetivo de analisar a tendência de comportamento deste último, em relação aos dois primeiros. Com esta comparação serão evidenciadas, quais as influências, em termos de procedimento de cálculo, que realmente ocorrem no processo do DNER. Desta forma, serão salientados todos os aspectos que podem ser desconsiderados no processo do DNER, para dimensionar pavimentos flexíveis, a fim de melhor adequá-lo às condições brasileiras e respaldá-lo cientificamente, sem comprometer, entretanto, a validade de seus resultados.

Palavras-chave: dimensionamento, pavimentos flexíveis, Método CBR.

ABSTRACT

In this paper is accomplished a comparative study between three empirical processes of flexible pavements design, all, with conceptual bases substantiated by the CBR method. The processes of Corps of Engineers, the AASHTO and DNER are compared, with the objective to analyze the trend of behavior of the last, in the relation to two first mentioned. With this comparasion will be evidenced, which the methodologics influences that really occur in DNER process, by the Corps of Engineers and AASHTO processes. Thus, will be pointed out the aspects that can be disconsiderated in the methodology adopted for the DNER, to flexible pavements design, in order to adjust it to the Brazilian conditions with scientific endorse, however without compromising, the validity of its results.

Key-words: Design, Flexible Pavements, CBR Method.

INTRODUÇÃO

O grande desafio para os estudiosos da área de pavimentação é encontrar a estrutura ideal, que seria consequência de um dimensionamento perfeito, tanto no que diz respeito aos aspectos técnicos como também aos aspectos econômicos, sendo que estes últimos quase sempre, transformam-se em limitações para os primeiros.

Existem procedimentos que procuram equacionar este tipo de problema, ou seja, procuram dimensionar pavimentos da forma mais compatível possível. Tais procedimentos podem ser enquadrados em duas correntes distintas, uma que utiliza métodos mecânicos e outra que utiliza métodos empíricos para o cálculo de tais estruturas.

O método mecânico é aquele que se utiliza da teoria ou método de cálculo de esforços atuantes para prever as tensões e deformações provenientes do tráfego e do clima que atuam na estrutura do pavimento, procurando compatibilizá-las com as tensões resistentes. Tais procedimentos têm sido utilizados também, para prever as rugosidades nos pavimentos flexíveis.

Um procedimento mecânico completo de projeto deve conter muitos fatores como, a caracterização adequada dos materiais, exigindo assim, equipamentos especiais para ensaios e computadores para cálculos adicionais. Além disso, é preciso que se saiba exatamente as hipóteses envolvidas no modelo para que se aplique de forma adequada as ferramentas analíticas, o que requer um treinamento específico de pessoal.

Os procedimentos empíricos se baseiam em geral em experiências repetidas várias vezes no campo e se limitam a prever espessuras adequadas para os pavimentos, a fim de garantir basicamente o critério da ruptura por deformação permanente. Entretanto, a aplicabilidade dos mesmos, torna-se bastante limitada devido a alguns aspectos, como as condições de contorno que deram origem às suas curvas ex-

perimentais de dimensionamento, os materiais utilizados em seus trechos de observação e as condições de tráfego e clima atuantes nos pavimentos testados. Não permitem portanto, uma generalização adequada para outras regiões, novos materiais e novas cargas.

Comparar as duas correntes, na tentativa de saber qual é a que oferece melhores resultados, torna-se tarefa muito complicada, pois, ambas, têm concepções próprias, além do que, até o presente momento, nenhuma das duas se sobressaiu em relação a outra, deixando assim, uma grande dúvida para a pessoa que irá dimensionar um pavimento flexível.

Como até hoje nenhuma das duas correntes logrou êxito total, ou seja, não se conseguiu ainda um processo satisfatório de aceitação geral, como consequência direta da complexidade do fenômeno, as posições tem-se mantido (SILVEIRA, 1993).

Porém, a maioria dos processos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, ainda nos dias de hoje, utiliza-se de conceitos empíricos, pois, mesmo os métodos mecânicos, têm algumas hipóteses simplificadoras e apresentam uma certa calibração com dados empíricos, obtidos em ensaios de laboratório.

Neste trabalho será feita uma comparação entre processos empíricos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, todos pertencentes a grande família do método CBR. Serão analisados os processos do Corps of Engineers (USACE), da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER).

Os dois primeiros processos têm um embasamento conceitual muito consistente e possuem também um procedimento de cálculo bem definido, sendo estes aspectos, obtidos a partir de amplas observações e de alguns critérios de equivalências estabelecidos. Com relação ao processo do DNER, pelo qual, até hoje, ainda são dimensionadas muitas rodovias brasileiras,

trata-se de um procedimento cujo resultado final é uma fusão dos procedimentos adotados nos processos do Corps of Engineers e da AASHTO.

Este trabalho tem como objetivo, analisar a tendência de comportamento do processo do DNER em relação aos processos Corps of Engineers e da AASHTO, quando todos são submetidos à composições de tráfego iguais, a fim de que se possa evidenciar, quais as influências que, de fato, o DNER sofre por parte dos dois processos, salientando assim, aspectos que podem ser desconsiderados em seu procedimento de cálculo atual, sem comprometer a validade de seus resultados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Método CBR

O método CBR teve sua origem a partir de estudos realizados pelo Departamento de Estradas da Califórnia, nos Estados Unidos, porém, a sistematização final, deste, foi feita por O. J. Porter no final da década de 30. O método foi concebido com o objetivo de definir a resistência dos materiais granulares, empregados nos serviços de pavimentação, tornando-se uma das características mais aceitas para avaliar o comportamento de um solo, quer como fundação de um pavimento, quer como componente das camadas desse mesmo pavimento.

O CBR pode ser definido como a relação percentual entre a pressão necessária para fazer penetrar, de maneira padronizada, um pistão numa amostra de solo preparada e a pressão para fazer o mesmo pistão, à mesma profundidade, numa amostra padrão, de pedra britada de alta qualidade ou material equivalente. Tal ensaio pode ser realizado em laboratório ou no próprio campo.

O método do CBR ou Índice de Suporte Califórnia (ISC), como também é conhecido, baseia-se no ensaio de penetração mais difundido em todo o mundo, sendo que este dá suporte aos processos empíricos de dimensionamento de

pavimentos flexíveis e, vem sendo empregado também, com algumas adaptações, por alguns órgãos rodoviários, através da sua correlação com outros parâmetros de cálculo, como por exemplo, o módulo resiliente (MR), na linha mecânica de dimensionamento de pavimentos.

Qualquer variação do método, ou seja, qualquer outro processo dele derivado, é válido desde que essas variações reflitam uma experiência real, que devido ao caráter fortemente empírico do método, exige uma cuidadosa observação do comportamento dos pavimentos e é de difícil extrapolação para situações diferentes (SILVEIRA, 1993).

O Processo do *Corps of engineers*

A filosofia inicial do método CBR para o Corps of engineers seria a seguinte, dado um material de subleito, determina-se o seu CBR, através do ensaio padronizado e, com esse valor mais o auxílio das curvas de dimensionamento em função da carga de roda de projeto, seria determinada a espessura de um novo material, que protegeria o subleito, contra a ação do tráfego. Esta seria a espessura total necessária de pavimento, obviamente que este material deveria ser mais nobre que o subleito.

Pela filosofia do método, a espessura de cada uma das camadas de um pavimento, é dada em função dos seus respectivos valores de CBR e pela diferença de espessura entre uma camada inferior e a outra imediatamente superior, até que se encontre um material que não mais precise de cobertura de proteção, como pode ser observado na Figura 1, a espessura da sub-base seria $Z_0 - Z_1$ e a da base $Z_1 - Z_2$.

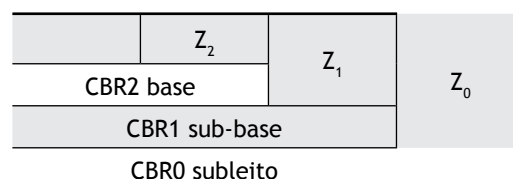


Figura 1 — Esquema representativo da filosofia do método CBR.

Inicialmente, o *Corps of engineers*, dimensionava pavimentos levando em consideração apenas uma carga, escolhida como padrão, deixando assim, de considerar o efeito que diferentes composições de tráfego poderiam causar a um pavimento e, além do mais, seus gráficos de dimensionamento, para estradas, eram baseados nas mesmas hipóteses utilizadas para o dimensionamento de aeroportos.

A fim de considerar os efeitos provocados pelo tráfego e suas diferentes composições, o *Corp of de Engineers* redefiniu as suas curvas de dimensionamento (Figura 2), em função dos conceitos de cobertura e porcentagem de projeto e, criou novas curvas para equivalências de cargas e para o dimensionamento de espessuras em função do tráfego e do CBR.

O *Corps of engineers* desenvolveu um método para o dimensionamento das espessuras do pavimento, de uma estrada, que permitiu a abordagem do assunto, sobre o tratamento direto de qualquer tipo de carga ou qualquer grau de intensidade do uso da mesma (TURNBULL et al, 1962).

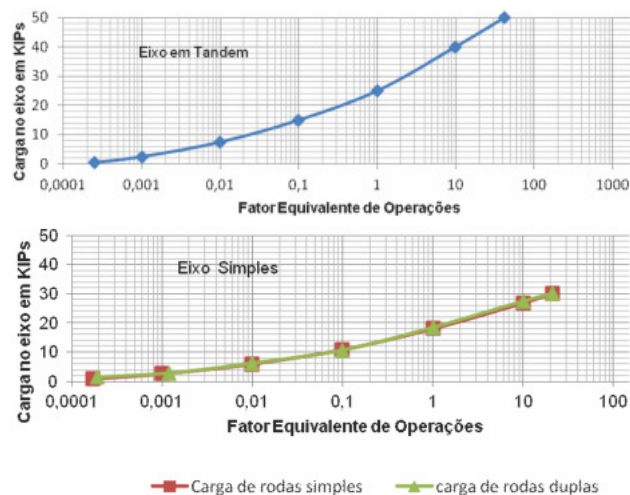


Figura 2 — Curvas para a determinação do fator equivalente de operações.

Quando é feito o dimensionamento de um pavimento pelo *Corps of engineers*, o fator de equivalência de carga é utilizado de modo simples, conhecendo-se apenas o valor das cargas utilizadas em relação a uma carga padrão.

A partir daí, determina-se o número de operações equivalentes por dia e posteriormente para o tempo de vida da rodovia. Com esse número e conhecido o CBR do subleito, encontra-se a espessura necessária do pavimento, através do seu gráfico de dimensionamento. As curvas, obtidas a partir dos estudos realizados pelo *Corps of engineers* (Figura 3), constituíram um avanço no campo rodoviário, pois, estas, passaram a considerar o tráfego diferenciado bem como a repetição das cargas.

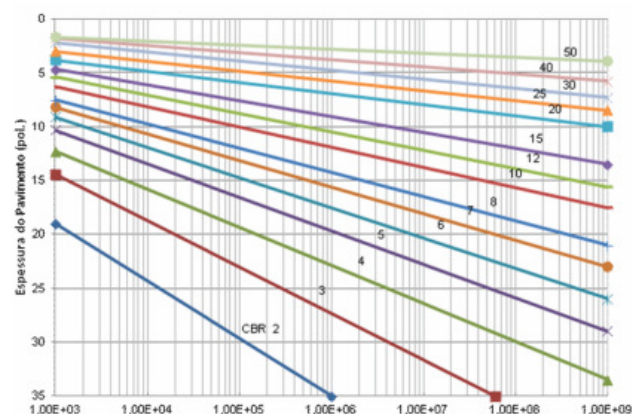


Figura 3 — Curvas de dimensionamento de pavimentos flexíveis.

O PROCESSO DA ASSHTO

É o processo empírico mais respeitado de dimensionamento de pavimentos flexíveis, pois, suas conclusões foram obtidas a partir de vários tipos de carregamentos, reais, em pavimentos, também reais, até a ruptura de tais estruturas ou até um número suficientemente grande de solicitações, correspondente ao de um período de projeto. Em seu processo a AASHTO criou dois importantes conceitos — desempenho e serventia (P) — que atualmente são considerados nos projetos de pavimentos.

O processo da ASSHTO criou os coeficientes estruturais, que multiplicados pela espessura de suas respectivas camadas, resultam em números estruturais parciais, que quando somados, fornecem o número estrutural total (SN) do pavimento e, este último, representa a sua capacidade de suporte.

Os coeficientes estruturais podem ser considerados como uma relação empírica entre o número estrutural (SN) para a estrutura de um pavimento e as espessuras das camadas, que expressa a relativa capacidade, de um respectivo material, funcionar como componente estrutural do pavimento (YODER e WITCZAK, 1975).

O número estrutural tem por objetivo indicar a resistência estrutural de cada pavimento como sendo uma ponderação das espessuras das camadas através de pesos, que representam um coeficiente estrutural dos diversos materiais (MOTTA, 1991).

O número estrutural (SN) é representado, analiticamente, pela expressão 01.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (01)$$

Onde:

- D_1 , D_2 e D_3 : espessuras das camadas de revestimento, base e sub-base, respectivamente;
- a_1 , a_2 e a_3 : coeficientes estruturais das camadas de revestimento, base e sub-base, respectivamente

Para a definição de coeficientes estruturais a AASHTO caracterizou alguns materiais e suas respectivas posições na estrutura do pavimento. Entretanto, para a extrapolação do método, é necessário que se tenha o mesmo valor de suporte do subleito das pistas de testes. Por este motivo a AASHTO elaborou uma escala de suporte, de onde são feitas as correções das condições de subleito das pistas de teste (S_0) para as condições atuais (S_i).

Neste processo foi considerada também a ação do tráfego, com seus diferentes carregamentos, todos, representados e convertidos para uma carga padrão de 18 Kips, através do fator de equivalência de operações. Além disso, foram consideradas as influências os dife-

rentes efeitos climáticos sobre a estrutura do pavimento, com a criação do fator regional (R).

Desta forma, a expressão 02 mostra a forma analítica da ASSHTO, para o dimensionamento de pavimentos flexíveis.

O principal valor a ser encontrado, para que se tenha o dimensionamento do pavimento é o de SN (número estrutural), sendo que este fica dependendo de W18 (tráfego), P (critério de projeto), Si (condição de suporte do subleito) e R (fator regional)

$$\log W18 = 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log(4,2 - P) - 0,43}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 0,372 (Si - 3,0) + \log\left(\frac{1}{R}\right) \quad (02)$$

O PROCESSO DO DNER

O processo de dimensionamento do DNER foi concebido com base no trabalho realizado pelo Corps of Engineers e por conclusões obtidas na pista experimental da ASSHTO. Foi introduzido no Brasil em 1966, pelo engenheiro Murillo Lopes de Souza, sofrendo algumas adaptações em 1971, no que diz respeito às características dos materiais que constituem o pavimento, coeficientes estruturais, tráfego, fator climático regional e espessura mínima do revestimento betuminoso em função do tráfego.

Com relação à composição do tráfego – representado pelo número N de operações do eixo padrão de 8,2 ton – foram acrescentados três novos fatores: fator de eixos (FE), fator de carga (FC) e o fator de veículo (FV).

Para dimensionar o pavimento pelo método do DNER, basta utilizar o gráfico da Figura 5, que fornece a espessura total do pavimento, em função de N e do CBR. Entrando-se com o valor do N, nas abscissas, procede-se verticalmente até encontrar a reta representativa da capacidade de suporte em causa e, procedendo-se horizontalmente, então, encontra-se, em ordenadas, a espessura total do pavimento.

Uma vez determinadas as espessuras H_m , H_n e H_{20} , representadas na Figura 4 e o valor do revestimento (R) em função do tráfego; as

espessuras da base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das expressões 03, 04 e 05.

$$RK_r + BK_b \geq 20 \quad (03)$$

$$RK_r + BK_b + h_{20}K_s \geq H_n \quad (04)$$

$$RK_r + BK_b + h_{20}K_s + h_nR_{ref} \geq H_m \quad (05)$$

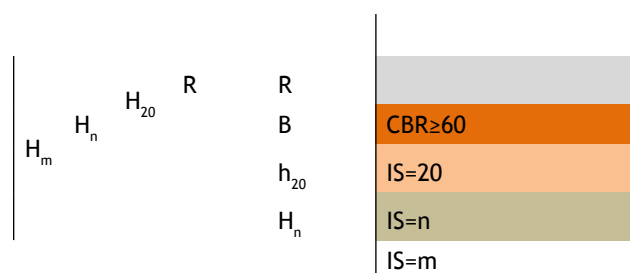


Figura 4 — Representação genérica das camadas de um pavimento do processo do DNER.

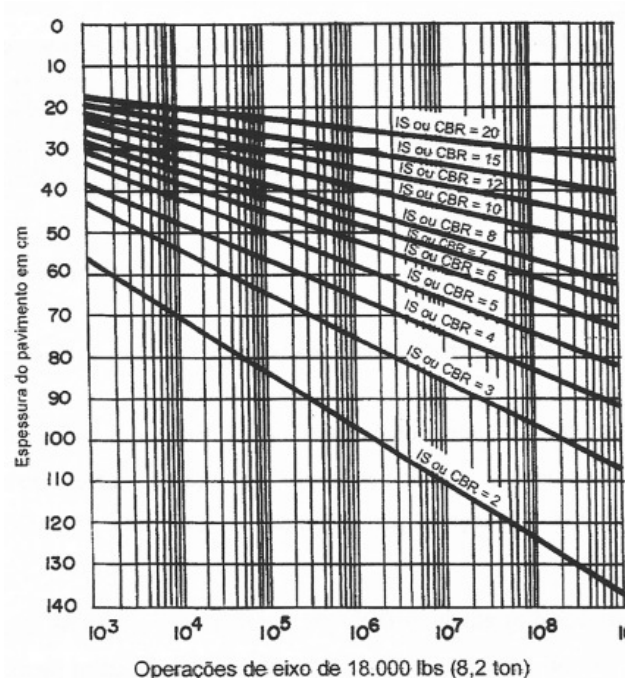


Figura 5 — Gráfico de dimensionamento do processo do DNER.

Portanto, para fazer o dimensionamento de um pavimento por este método, basta utilizar um gráfico, contendo a espessura total do pavimento em função do número de operações N e em seguida resolver simples inequações, para a obtenção da espessura de cada uma das camadas componentes da estrutura.

METODOLOGIA

Para fazer as comparações entre os processos, tornou-se importante, a consideração de aspectos relevantes, relacionados às condições de subleito, aos tipos de materiais utilizados na composição da estrutura dos pavimentos e às composições de tráfegos elaboradas.

Com relação a variação do suporte do subleito, esta, teve seus valores escolhidos aleatoriamente, procurando-se apenas abranger nos gráficos de dimensionamento dos processos, o maior número de curvas possível, a fim de detectar melhor os desvios apresentados, entre os processos analisados.

Desta forma, os valores de CBR do subleito, considerados neste estudo foram os seguintes: 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 15 e 20, portanto, os valores encontrados para o Si da AASHTO foram os seguintes: 3,20; 3,70; 4,00; 4,30; 4,60; 4,80; 5,10; 5,40; 5,60; 6,20, respectivamente.

Com relação a composição dos pavimentos, adotou-se para os mesmos, camadas compostas por materiais semelhantes, no que diz respeito ao tipo de material utilizado por cada processo e seus respectivos coeficientes estruturais. Esta medida permite uma comparação melhor entre os processos e, consequentemente, proporciona uma sensibilidade maior às conclusões futuras, bem como possíveis ajustes.

Os materiais empregados nas camadas dos pavimentos, com seus respectivos coeficientes estruturais, utilizados neste trabalho, para efeito de comparação entre os processos da AASHTO e do DNER, são mostrados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 — Coeficientes estruturais utilizados na pista de testes da AASHTO.

Camada	Material utilizado	Coeficiente estrutural
Revestimento	Mistura em usina, alta qualidade	0,44
Base	Pedra britada	0,14
Sub-base	Pedregulho arenoso	0,11

As composições de tráfegos feitas neste trabalho têm um caráter acadêmico, pois, o objetivo maior é ressaltar as discrepâncias existentes entre os processos, em termos de espessuras de pavimentos, quando a estes, são considerados os mesmos tipos de tráfegos, sob as mesmas condições de subleito. Por isso, o fato de ter-se adotado tráfegos fictícios, contendo algumas simplificações, não põe em questão, os resultados da pesquisa, pois, a metodologia empregada por cada um dos processos em análise é consistente, portanto, para qualquer outra composição de tráfego, os processos apresentarão também, número de operações (N) divergentes.

Tabela 2 – Coeficientes estruturais do DNER utilizados nessa pesquisa.

Camada	Material utilizado	Coeficiente estrutural
Revestimento	Pré-misturado à quente de graduação densa	1,70
Base	Material granular	1,00
Sub-base	Material granular	1,00

Foram estabelecidas composições de tráfegos, iguais, para o cálculo do número N de operações, através da particularidade de cada processo, a fim de que ocorressem quatro variações dentro de cada faixa exponencial de operação, da curva de dimensionamento, compreendidas aproximadamente nos seguintes intervalos: 10^3 ; 3×10^3 ; 6×10^3 e 9×10^3 . Os mesmos intervalos foram respeitados para as demais potências, contidas no gráfico de dimensionamento, para que fossem atingidas as seguintes categorias de tráfego: muito leve, leve, médio, meio pesado, pesado e muito pesado, a fim de permitir entre os processos, uma comparação baseada em um número maior de combinações, entre os valores de CBR do subleito e do número N de operações, denotando assim, maior confiabilidade aos resultados do trabalho.

As composições de tráfego utilizadas foram numeradas, para efeito de identificação no trabalho. As tabelas 3 e 4 mostram exemplos de composições.

Tabela 3 – Composição de tráfego para $N = 1 \times 10^3$ (Tráfego 1).

Eixo	Simples						Em tandem		
Carga (Kips)	4	10	14	18	20	18	30	34	39
Veic/dia	3	1							
N	USACE			AASHTO			DNER		
	$1,06 \times 10^3$			$1,19 \times 10^3$			$2,13 \times 10^3$		

Tabela 4 – Composição de tráfego para $N = 9 \times 10^8$ (Tráfego 24).

Eixo	Simples						Em tandem		
Carga (Kips)	4	10	14	18	20	18	30	34	39
Veic/dia	1000	1000	1700	900	500	3000	3000	1000	5800
N	USACE			AASHTO			DNER		
	$9,66 \times 10^8$			$2,22 \times 10^8$			$2,25 \times 10^9$		

A partir das composições de tráfegos apresentadas, foram calculados os números N de operações, considerando uma taxa de crescimento do tráfego de 5%, para os processos da AASHTO, do Corps of engineers e do DNER, de acordo com as respectivas metodologias de cada processo.

Para cada valor de N determinou-se uma espessura de pavimento, em função da variação do valor de CBR contido no intervalo admitido da pesquisa, obtendo-se assim, uma curva de variação de espessura do pavimento em função de um valor de CBR, para um mesmo número N, de cada processo analisado.

Num segundo momento, foram construídas novas curvas de espessuras de pavimentos

em função dos mesmos valores de CBR e para as mesmas composições de tráfegos, adotadas anteriormente, para o processo do DNER, porém, desta vez, desconsiderando-se, os coeficientes estruturais das camadas do pavimento, ou seja, enquadrando totalmente o processo à filosofia do método CBR, para que pudesse ser feita uma comparação das novas curvas, com as do Corps of engineers, já existentes, para as mesmas condições.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da metodologia adotada foram obtidos gráficos, contendo três curvas para a espessura do pavimento, em função da variação do CBR, para uma mesma composição de tráfego, utilizando-se as respectivas metodologias dos processos da AASHTO, do Corps of engineers e do DNER.

Identificou-se que das três curvas mostradas em cada gráfico, a da AASHTO, se distancia muito, das curvas dos outros dois processos, sendo que estes, por sua vez, apresentaram um comportamento semelhante, chegando até, a ter seus valores superpostos, para determinados tipos de tráfego.

Após este trabalho, torna-se nítido que o procedimento do DNER, para dimensionar pavimentos flexíveis, está mais substanciado pelas concepções oriundas do processo do Corps of engineers. Para comprovar esta afirmação, basta analisar, cuidadosamente, a forma como são tratadas as influências da AASHTO, no cálculo de dimensionamento, feito pelo DNER.

Começando a análise pelo fator regional (FR), este, é considerado igual a um, ou seja, segundo afirma o manual de projetos de pavimentos flexíveis (1981) do próprio órgão, este fator pode ser desprezado.

A segunda análise está concentrada nos coeficientes estruturais das camadas que compõe a estrutura. Sabe-se que, para material granular, o valor desses coeficientes, é tam-

bém, igualado a um, ou seja, os coeficientes das camadas de sub-base e base têm pouca ou nenhuma influência no dimensionamento final da estrutura.

Portanto, o coeficiente estrutural da camada de revestimento, acaba sendo a última influência da AASHTO no processo do DNER, mas, de acordo também, com o manual de projetos deste último órgão, o número de operações N é quem define a espessura necessária da camada de revestimento. Logo, desprezando-se também este coeficiente, retira-se do processo, definitivamente, todas as influências advindas das pistas de testes da AASHTO, tornando-se evidente, a grande influência do processo do Corps of engineers, nos cálculos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, adotados pelo DNER.

As novas curvas, de espessuras de pavimentos, obtidas para o processo do DNER, desconsiderando-se todas as influências da AASHTO, ou seja, enquadrando o processo totalmente à filosofia do Corps of engineers, apresentaram uma variação nas espessuras de pavimentos, superiores em média 15% das curvas calculadas pelo processo original.

Porém, o comportamento das curvas hipotéticas continuou apresentando características semelhantes às do Corps of engineers. Às curvas dos dois processos foram traçadas retas de regressão linear simples, como artifício, para comprovar o paralelismo existente entre ambas.

Uma vez que o menor valor encontrado para o coeficiente de correlação ficou em torno de 97% e, os coeficientes angulares das retas são muito próximos, podendo assim, serem considerados iguais, pode-se perfeitamente aceitar as retas como paralelas, ou seja, considerar a distância entre ambas constante e, a partir daí, determinar este valor, chamando-o de delta (Δ), obtendo-se então, o valor da majoração que o processo do DNER faz em suas espessuras de pavimentos, em relação ao processo do Corps of engineers, para o mesmo tipo de tráfego. Um exemplo dessas curvas é observado na Figura 6.

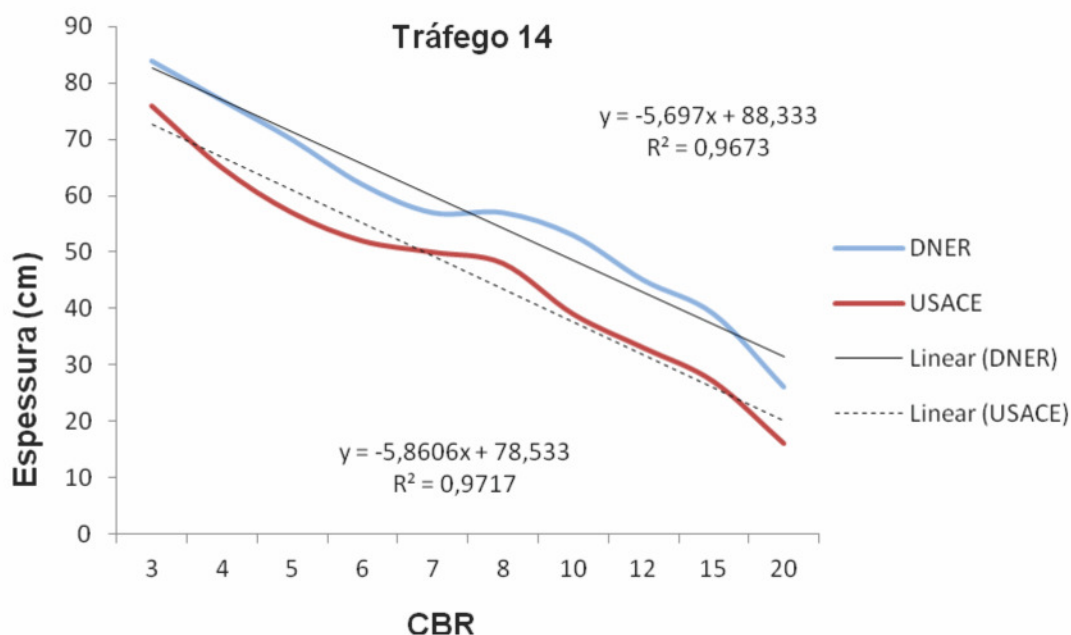


Figura 6 — Curvas comparativas entre os processos do DNER e do Corps of Engineers (USACE).

CONCLUSÕES

Na tentativa de determinar coeficientes de segurança do processo do DNER em relação ao do Corps of engineers, foi traçada a curva que apresenta os valores de delta (Δ) em função do número N e, traçou-se sobre a mesma uma reta de regressão linear simples. Entretanto, foi percebido que o coeficiente de correlação desta é muito baixo, impossibilitando assim, a determinação de tais coeficientes de segurança, por tal aproximação.

Após confrontar e analisar com maior profundidade os processos de dimensionamento de pavimentos, envolvidos neste trabalho, ficam evidenciados, como pontos mais relevantes, os seguintes aspectos:

- Os processos empíricos de dimensionamento de pavimentos flexíveis (AASHTO e Corps of engineers), têm como sua principal e conservadora característica,

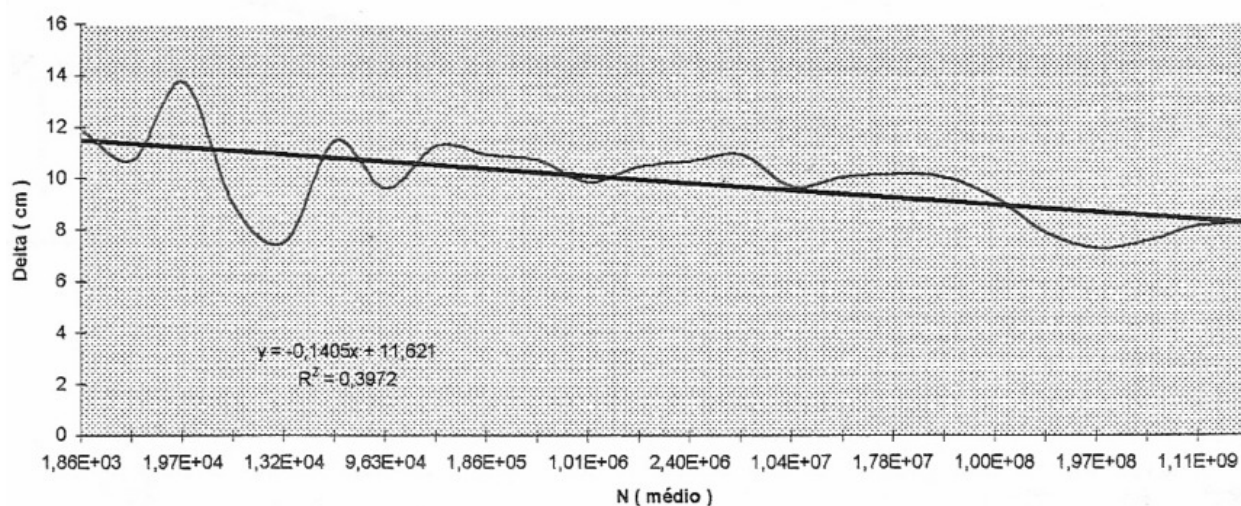


Figura 7 — Curva da variação do delta (Δ) em função do N (médio).

as particularidades e considerações sob as quais se originaram, podendo, entretanto, apresentar extrapolações ou simplificações em seus procedimentos, desde que essas, sejam cuidadosamente analisadas, para que se possa ter uma visão antecipada de suas consequências.

Desta forma, pode-se dizer que o processo do DNER, que representa uma fusão dos processos do Corps of engineers e da ASSHTO, foi concebido sob condições climáticas, ambientais e de tráfego, totalmente independentes, ou melhor, não condizentes com a realidade brasileira, deixando portanto, muitos pontos de sua metodologia sem qualquer explicação científica, como por exemplo, os valores de seus coeficientes estruturais, a desconsideração do fator climático regional, a majoração de suas curvas de dimensionamento, etc.

- b) O processo do DNER, apresentado nesta pesquisa e, bastante utilizado em nosso país, quando comparado com os processos que lhe deram origem, realçou mais, através dos seus resultados, seja pelo valor dos seus números de operações, seja pelo valor de suas espessuras de pavimentos, os embasamentos conceituais oriundos do processo do Corps of engineers, deixando pouco evidente, a importância das considerações da ASSHTO em sua metodologia.
- c) O procedimento de dimensionamento feito pelo processo do DNER, pode ser alterado, retirando-se do mesmo, todas as influências advindas das pistas de testes da ASSHTO, ou seja, extirpando-se do processo, o fator climático regional e os coeficientes estruturais das camadas que compõe a estrutura, pois, ainda assim, este, apresentará espessuras de pavimentos significativas e, continuará ratificando o que foi comentado no item b desta conclusão.

- d) Considerando-se o procedimento do DNER, como comentado no item c desta conclusão, percebe-se que as dissensões existentes entre os processos do Corps of engineers e do DNER, salientadas pelas suas espessuras de pavimentos, são consequências da introdução neste último, de alguns aspectos, como por exemplo, o fator de carga (FC) e as majorações feitas em suas curvas de dimensionamento.

Através deste trabalho, fica evidenciado que não são justificáveis a presença de quaisquer fatores, resultantes de conclusões obtidas nas pistas de testes da AASHTO, no processo do DNER e, que este, por sua vez, tem não só em seus procedimentos de cálculos, mas como também em seus resultados, uma proximidade muito grande com o processo do Corps of engineers. Porém, diferentemente do DNER, o Corps of engineers, fundamentou cada passo do seu processo, ou seja, pode-se dizer que este possui uma base conceitual consistente, totalmente amparada pelo método CBR.

Com este trabalho, sugere-se a partir desse momento, a fim de dar um maior respaldo científico ao processo do DNER, consentir que os resultados deste são obtidos através do processo do Corps of engineers, com a realização de alguns ajustes.

Estudos sobre o fator de carga (FC) e sobre a majoração das curvas de dimensionamento do processo do DNER podem ser realizados, a fim de que, no futuro, possa-se ter uma visão mais clara da influência desses aspectos, no dimensionamento de suas estruturas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO. Interim Guide for Design of Structures. Copyright, Washington, 1972.

American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO. Interim Guide for Design of Structures. Copyright, Washington, 1986.

MOTTA, L. M. - Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis; Critério de confiabilidade e Ensaios de Cargas Repetidas. COPEE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1991.

SILVEIRA, A. - Introdução ao Estudo do Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis. EESC/USP, São Carlos, 1993.

SÓRIA, M. H. A. - As Bases Racionais de Métodos Empíricos de Dimensionamento de Pavimentos

flexíveis. Tese de Livre Docência, São Carlos, 1996.

SOUZA, M. L. - Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 1981.

TURNBULL, W. J.; FOSTER, C. R. e AHLVIN, R. G. - Design of Flexible Pavement Considering Mixed Loads and Traffic Volume. I International Conference on the Structural Design of Asphalt pavements, Ann Arbor, 1962.

YODER, E. J. e WITCZAK, M. W. - Principles of Pavement Design. John Wiley & Sons Inc, Canadá, 1975.

Avaliação de Misturas Asfálticas Densas com Agregados Regionais e Resíduo de Manganês

Evaluation of Hot Asphalt Mixes With Regional Aggregates and Manganese Waste

Michel Costa Cardoso

Aluno do Curso de Engenharia Civil – Universidade da Amazônia

André Teixeira Rosa

Engenheiro Civil

Dirceu Gabriel Barbosa Cunha

Engenheiro Civil

Benedito Coutinho Neto

Doutor em Engenharia Civil/Infraestrutura de Transportes. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Av. Almirante Barroso, 1155 – Marco – CEP.: 66093-020 – Belém/Pará/Brasil.

E-mail: benedito.coutinho@ifpa.edu.br

RESUMO

O resíduo oriundo da produção de manganês, quando depositado incorretamente no meio ambiente, pode causar sérios danos à natureza e à sociedade, como o caso ocorrido na Serra do Navio, no estado do Amapá. Desta forma, essa pesquisa tem como finalidade fazer uma análise comparativa entre misturas asfálticas com seixo rolado, areia e adição de 5% de resíduo de manganês e com seixo rolado, areia e 10% de resíduo de manganês, na composição de misturas asfálticas do tipo C.A.U.Q. (Concreto Asfáltico Usinado a Quente). Partiu-se da hipótese de que esse resíduo, quando envolvido pela película asfáltica, não libera substâncias indesejáveis, tais como metais pesados, arsênio e surfactantes, que venham a poluir os mananciais e, assim, contaminar a flora e a fauna. Este trabalho não teve a pretensão de avaliar o potencial de poluição ambiental deste resíduo quando incorporado à massa asfáltica solta e compactada, isso será realizado em pesquisas futuras. Utilizou-se a metodologia Marshall para dosagem e confecção dos corpos-de-prova, avaliando-se os parâmetros tradicionais deste método. Utilizou-se, também, o ensaio de Dano por Umidade Induzida para prever em longo prazo a susceptibilidade das misturas ao deslocamento da película asfáltica. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se, em linhas gerais, que a reutilização do resíduo de manganês na pavimentação asfáltica, quanto às propriedades mecânicas, pode se tornar viável, pois as misturas comportaram-se de forma bastante similares.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de manganês. Passivo ambiental. Misturas asfálticas. Dano por umidade induzida.

ABSTRACT

The residue from the production of manganese, when improperly deposited in the environment, can cause serious damage to nature and society, as was the case occurred in the Serra do Navio, state of Amapá. Thus, this research aims to make a comparative analysis of mixtures with gravel, sand and addition of 5% residual manganese and gravel, sand and 10% residual manganese in the composition of the type of asphalt mixtures M.C.A.H (Mixes Concrete Asphalt Hot). We started from the hypothesis that this residue when enveloped by asphalt film, does not release undesirable substances such as heavy metals, arsenic and surfactants, which may pollute the water sources and thus contaminate the flora and fauna. This study did not intend to evaluate the potential of environmental pollution this waste when incorporated into asphalt and compacted loose, this will be done in future research. We used the Marshall methodology for measurement and fabrication of test specimens used in assessing the parameters of this traditional method. We used also the test of Moisture Induced Damage to predict long-term susceptibility of mixtures to the displacement of the asphalt film. Based on these results, we concluded, in general, the reuse of residual manganese in asphalt pavement, as the mechanical properties, can become viable, since the mixtures behaved quite similar.

KEY WORDS: Manganese waste. Environmental passive. Hot Asphaltic mixes. Damage induced damage.

INTRODUÇÃO

Ao ser depositado de maneira incorreta no meio ambiente, o resíduo da produção do minério de manganês pode causar danos, tanto à flora e à fauna quanto à saúde humana. Isso pode ocorrer, principalmente, em decorrência da presença do arsênio, um elemento químico comum na natureza e, quando proveniente de minerais (inorgânicos), é de difícil metabolização. E por ser um elemento cumulativo, este pode causar doenças sérias, como o câncer. Vale ressaltar, que a afinidade química entre o manganês e o arsênio é elevada, portanto, é preocupante a presença deste elemento no resíduo de manganês (SCARPELLI, 2003).

Na atividade de pavimentação de vias se utilizam muitos recursos naturais não renováveis, causando grandes impactos ao meio ambiente (COUTINHO NETO, 2004). Ao utilizar esse resíduo em revestimento asfáltico, estar-se-á contribuindo para minimizar o impacto ambiental decorrente da disposição incorreta deste resíduo na natureza, ou seja, dar-se-á a ele um destino adequado, contribuindo desta forma para a preservação dos recursos naturais, saúde e bem-estar de toda população.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de alternativa para utilização desse resíduo com a finalidade de contribuir para a minimização do impacto ambiental, decorrente da sua deposição incorreta na natureza, reutilizando-o na composição de agregado de misturas asfálticas densas. Neste estudo é realizada uma análise comparativa entre misturas asfálticas com seixo rolado, areia e adição de 5% de resíduo de manganês e seixo rolado, areia e 10% de resíduo de manganês em misturas asfálticas do tipo C.A.U.Q. (Concreto Asfáltico Usinado a Quente).

PASSIVO AMBIENTAL

A partir do início das atividades da empresa ICOMI, em 1950, situada no Estado do Ama-

pá, o Brasil passou a ser o quarto maior produtor de minério de manganês, sendo superado, apenas, pela então União Soviética, África do Sul e Índia. A produção brasileira nos primeiros anos de operação oscilou em torno de 700 mil toneladas anuais e destinou-se, principalmente, ao abastecimento do mercado norte-americano. Em consequência dessa atividade, houve contaminação dos lençóis freáticos na área do porto da ICOMI, em Santana, bem como dos cursos d'água nas proximidades dessa área. A contaminação ocorreu em virtude do processo de pelletização do manganês, que deixou uma grande quantidade de rejeitos, composto de resíduos finos e algumas pelotas mal formadas, mal compactadas ou pequenas (OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2003).

Esses rejeitos foram depositados em uma barragem artificial, situada ao lado da usina de pelletização. A barragem é constituída de uma escavação que alcança o nível freático e é limitada, lateralmente, por muro de terra compactada, onde o arsênio solubilizável à superfície dos grãos foi dissolvido e contaminou a água da barragem e as águas do subsolo em suas imediações (SCARPELLI, 2003).

Em 41 anos de extração de minério de manganês, a ICOMI movimentou mais de 123 milhões de toneladas de material estéril (Figura 1), beneficiou mais de 61 milhões de toneladas de minério e gerou mais de 26 milhões de toneladas de rejeitos (OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2003).



Figura 1 — Material estéril depositado na Serra do Navio (OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2003).

Até 1998, enquanto os rejeitos estavam na barragem, os igarapés Elesbão 1 e 2, no interior e a oeste da Área Industrial, respectivamente, apresentaram valores superiores aos estabelecidos para água potável (0,01 mg/L), sendo que esses valores decaíam muito em direção ao Rio Amazonas. A redução destes (valores) ocorreu em virtude da diluição com águas sem arsênio e pela oxidação natural do arsênio dissolvido. Em abril de 2002, todos os valores no Igarapé do Elesbão 2 eram inferiores a 0,03 mg/L, havendo ainda dois valores mais altos no Igarapé do Elesbão 1, no interior da Área Industrial da ICOMI (SCARPELLI, 2003).

Tais estudos realizados pela JPE (1998), concluíram que – mesmo com a paralisação da usina de sinterização e consequente emissão de efluentes – tanto os teores de manganês quanto os de arsênio estavam acima dos limites e, ainda, a existência de indícios de bioacumulação de arsênio nas amostras de peixe analisados naquele estudo.

Essa remoção foi executada em 1998 e ao ser retirado da barragem e depositado em terra firme (Figura 2) chegou a dimensionar 75.000 toneladas (SCARPELLI, 2003). Ainda, segundo Scarpelli (2003), durante a remoção, foi verificado que o rejeito continha grande quantidade de material coloidal formado no próprio local a partir de minerais como a hausmannita e a tefroíta.



Figura 2 – Deposição indevida de rejeitos (OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2003).

Ao ser retirado, o rejeito tinha uma capa oxidada sólida com razoável capacidade de suporte, abaixo desta capa o material formava um colóide muito mole e liquefeito com alto teor em água. Esta característica dificultou o manuseio deste durante a retirada (OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item, abordam-se os materiais, utilizados na realização deste trabalho, que são os encontrados no Estado do Pará. Desta forma, esperam-se resultados compatíveis com as especificações normativas da área e adequados à realidade da região. Também, abordam-se os métodos de ensaios utilizados na caracterização dos agregados, ligante e misturas asfálticas, bem como a especificação de serviço para concreto asfáltico usinado a quente.

O método de ensaio Dano por umidade induzida (Ensaio Modificado de LOTTMAN – AASHTO T 283/99) foi o utilizado para predizer em longo prazo a susceptibilidade da mistura ao deslocamento (*stripping*) da película e avaliar a necessidade de usar um aditivo *antistripping* (dope).

Agregados

Como agregado graúdo, foi utilizado o seixo, originário da região de Ourém/PA, a 130 km da cidade de Belém; como agregado miúdo, a areia, proveniente, também, do município de Ourém/PA, ambos com granulometrias apresentadas na Tabela 1 e curvas granulométricas mostradas no gráfico da Figura 3. O material de enchimento (fíler), embora em pequena quantidade, mas dentro da especificação DNIT ES 031/06, está contido na maior parte na porcentagem seixo, como pode ser verificada nas composições granulométricas, apresentadas nas Tabelas 2 e 3, e nas curvas destas composições, apresentadas no gráfico da Figura 4.

Resíduo de Manganês

O resíduo de manganês (RM) utilizado neste estudo (Tabela 1 e Figura 3) é proveniente da Serra do Navio, no estado do Amapá, onde a ICOMI fez o beneficiamento do minério de manganês durante anos. Os autores, com esta pesquisa, estão dando prosseguimento a um projeto de pesquisa, que envolve o reaproveitamento de resíduo de manganês na composição granulométrica de misturas asfálticas densas. No caso deste estudo, as porcentagens de RM foram de 5% e 10%, como pode ser visualizado nas Tabelas 2 e 3 e na Figura 4.

Tabela 1 – Granulometria dos materiais utilizados (% que passa).

Peneiras (mm)	Seixo (%)	RM (%)	Areia (%)
22,00	100,0	100,0	100
19,10	100,0	100,0	100
12,70	89,69	100,0	100
9,52	79,21	100,0	100
4,76	62,48	74,00	100
2,00	31,79	29,00	100
0,42	9,26	11,50	68,58
0,18	4,2	7,50	9,31
0,074	1,9	5,00	4,77

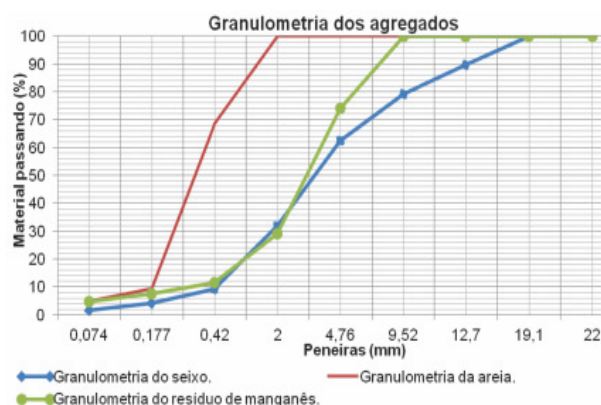


Figura 3 – Curva granulométrica dos agregados utilizados.

Composição Granulométrica

Para realizar a composição dos agregados (faixa “C” do DNIT 031/06 – ES), foi utilizado

o método das tentativas, por meio do programa aplicativo *EXCEL (Microsoft Office 2007)*. A semelhança granulométrica fez com que as curvas da composição das misturas com 5% e 10% de resíduo de manganês fossem praticamente iguais, eliminando, portanto, a variável granulometria. Pode-se verificar, também, nas Tabelas 2 (composição com 5% de RM) e 3 (composição com 10% de RM), e no gráfico da Figura 4, que as composições granulométricas, para as misturas em estudo, estão muito próximas do limite superior da Faixa “C” do DNIT, com exceção das peneiras 0,177 mm e 0,074 mm.

Tabela 2 – Composição granulométrica dos agregados para a mistura com 5% de RM.

Pe- neiras (mm)	Seixo (%)		RM (%)		Areia (%)		Soma (%)	Faixa C DNIT (%)
	80%		5%		15%			
22	100,0	80,00	100,0	5,00	100,0	15,00	100,00	-
19,1	100,0	80,00	100,0	5,00	100,0	15,00	100,00	100
12,7	89,69	71,75	100,0	5,00	100,0	15,00	91,75	80-100
9,52	79,21	63,45	100,0	5,00	100,0	15,00	83,45	70 -90
4,76	62,48	49,98	74,00	3,70	100,0	15,00	68,68	44 – 72
2	31,79	25,43	29,00	1,45	100,0	15,00	41,88	22 – 50
0,42	9,26	7,41	11,50	0,57	68,58	10,29	18,27	8 a 26
0,177	4,2	3,36	7,50	0,37	9,31	1,40	5,13	4 a 16
0.074	1,9	1.52	5.00	0.25	4.77	0.72	2.49	2 a 10

Tabela 3 – Composição granulométrica dos agregados para a mistura com 10% de RM.

Pe- neiras (mm)	Seixo (%)			RM (%)		Areia (%)		Soma (%)	Faixa C DNIT (%)
	70%			0,10%		20%			
22	100,0	70,00	100,0	10,00	100,0	20,00	100,00	-	
19,1	100,0	70,00	100,0	10,00	100,0	20,00	100,00	100	
12,7	89,69	62,78	100,0	10,00	100,0	20,00	92,78	80-100	
9,52	79,21	55,44	100,0	10,00	100,0	20,00	85,44	70 -90	
4,76	62,48	43,73	74,00	7,40	100,0	20,00	71,13	44 – 72	
2	31,79	22,25	29,00	2,90	100,0	20,00	45,15	22 – 50	
0,42	9,26	6,48	11,50	1,15	68,58	13,71	21,34	8 a 26	
0,177	4,2	2,94	7,50	0,75	9,31	1,86	5,55	4 a 16	
0,074	1,9	1,33	5,00	0,50	4,77	0,95	2,78	2 a 10	

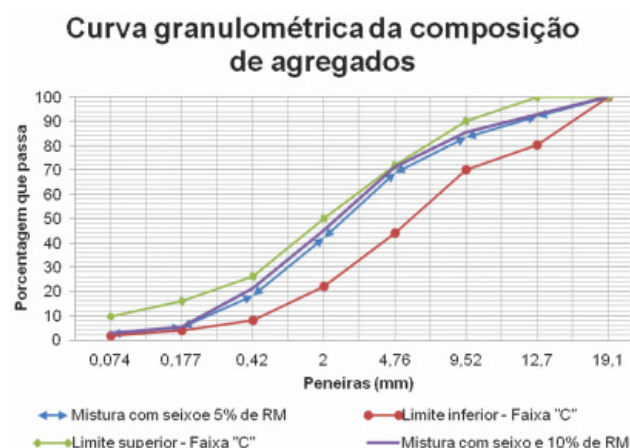


Figura 4 — Curva granulométrica dos agregados das misturas com 5% e com 10% de RM.

Agregados e ligante asfáltico (CAP 50/70) — Caracterização

Para caracterização dos agregados e fíler, foram realizados os ensaios enumerados a seguir:

- Análise granulométrica (DNER-ME 083/98);
- Abrasão *Los Angeles* (DNER-ME 035/98);
- Determinação da absorção e densidade do agregado graúdo (DNER-ME 081/98);
- Densidade real das partículas do agregado miúdo (DNER-ME 084/95);
- Adesividade do agregado graúdo (DNER-ME 078/94);
- Adesividade do agregado miúdo (DNER-ME 79/94).

Na tabela 4, podem ser visualizados os resultados dos ensaios de caracterização dos agregados, exceto o de granulometria, que foram realizados, conforme método de ensaio supracitado. Fotos contemplando a adesividade do seixo e do resíduo de manganês podem ser observadas nas Figuras 5 e 6, respectivamente.



Figura 5 — Adesividade do seixo.



Figura 6 — Adesividade do resíduo de manganês.

Tabela 4. Características físicas dos agregados minerais.

Ensaio	Método	Agregado Mineral		
		Seixo	Areia	RM
Abrasão Los Angeles	DNER ME-035/98	55,19% (<40%)	-	29% (<40%)
Densidade	DNER-ME 081/98 DNER-ME 084/95	2,823	2,688	3,642
Absorção	DNER-ME 081/98	4,91%	-	12,02%
Adesividade	DNER-ME 078/94	Satisfatório	-	Satisfatório
	DNER-ME 079/94	-	Ótimo	-

Na tabela 5, podem ser visualizados os resultados dos ensaios realizados para caracterização do cimento asfáltico de petróleo (CAP), utilizado e apropriado para a região, que é o CAP 50/70. Na figura 7, pode ser observado o resultado do ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, bem como as faixas de temperatura adequadas para a mistura e compactação da massa asfáltica. Os ensaios para a caracterização do CAP estão enumerados abaixo e foram realizados, conforme preconizam as normas, a saber:

- Ponto de fulgor (DNER-ME 148/94);
- Viscosidade Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94 – ABNT NBR 14950/2003);
- Ponto de amolecimento (ABNT NBR 6560/00);
- Penetração (DNER-ME 003/99);
- Densidade (DNER-ME 193/96).

Tabela 5 – Resultados dos ensaios de caracterização do ligante asfáltico.

ENSAIOS	MÉTODOS	VALORES INDICADOS	RESULTADOS OBTIDOS
Densidade	DNER ME - 193/96	-	1,008
Ponto de Fulgor (°C)	DNER 148/94 (ABNT MB-11341)	235 (min.)	311 °C
Ponto de Amolecimento (°C)	ABNT NBR 6560/00	46 (min.)	48 °C
Penetração (25 °C, 100g, 5 seg) (0,1mm)	DNER ME - 003/99	50 - 70	63
Viscosidade Saybolt - Furol (s), 135° C	DNER 004/94 (ABNT NBR 14950/2003)	-	-
		141(min.)	234

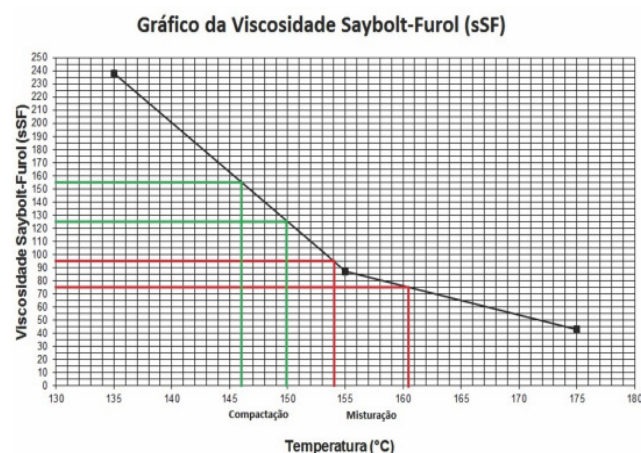


Figura 7 – Gráfico da viscosidade Saybolt-Furol (CAP 50/70).

Misturas Asfálticas

Todos os ensaios realizados para viabilizar esta pesquisa, assim como as moldagens dos corpos-de-prova, foram realizados no Laboratório de Misturas Asfálticas da Universidade da Amazônia (UNAMA). Ao iniciar a moldagem, os agregados (faixa “C” do DNIT ES 031/06) e o asfalto foram aquecidos separadamente: o ligante a uma temperatura média de 157°C a 160°C (faixa de temperatura de mistura – 154°C a 160°C) e os agregados a 10°C acima, ou seja, 167°C. Foi misturado o material para compor um corpo-de-prova e compactado a seguir com 75 golpes por face (Figura 8), a uma temperatura média de 148°C (faixa de temperatura de compactação – 146°C a 150°C), não sendo permitido o reaquecimento da mistura. Após isso, os corpos-de-prova foram deixados à temperatura ambiente por ± 24 horas e desmoldados. Por fim, foram obtidos os valores de estabilidade e fluência, por meio da Prensa Marshall (Figura 9).

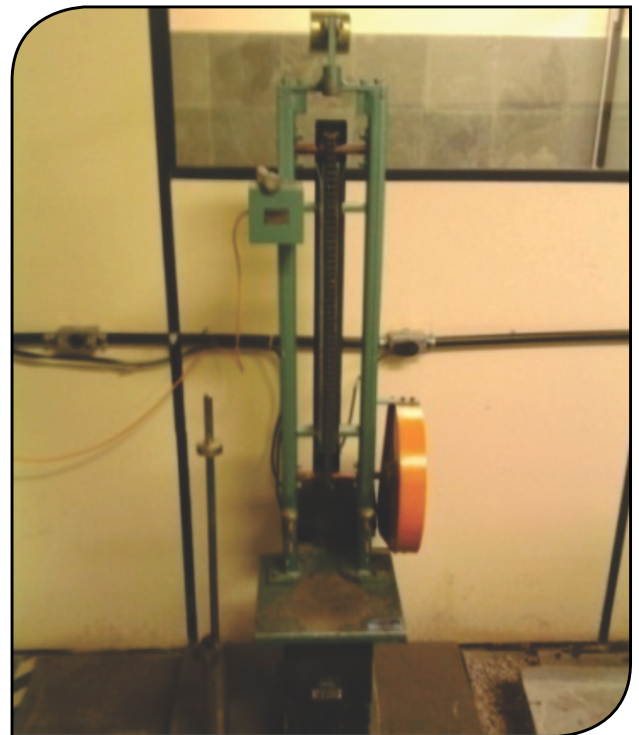


Figura 8 – Soquete Marshall para moldagens de corpos-de-prova.

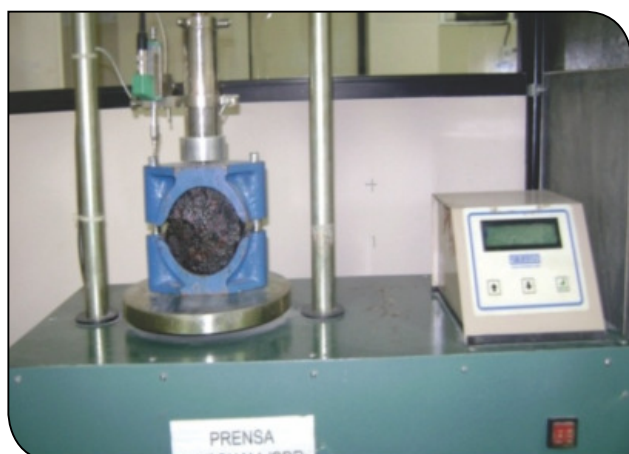


Figura 9 — Prensa Marshall.

Resistência à Tração

A configuração desse ensaio considera a aplicação de duas forças concentradas e diametralmente opostas de compressão em um cilindro que geram, ao longo do diâmetro solicitado, tensões de tração uniformes perpendiculares a esse diâmetro. De acordo com as normas vigentes (ABNT NBR 15087 e DNER-ME 138/94), o cálculo da RT para misturas asfálticas, assume que o corpo-de-prova rompe devido à tensão de tração uniforme gerada ao longo do diâmetro solicitado que se iguala à tensão máxima admissível no material, que está em regime elástico durante todo o ensaio. A norma DNIT-ES 031/06 especifica o valor de RT mínimo de 0,65 MPa para concretos asfálticos usinados a quente. Valores, típicos de RT para misturas asfálticas em pista situam-se na média entre 0,5 MPa e 2,0 MPa (BERNUCCI et al., 2008).

Dano por Umidade Induzida (Ensaio modificado de Lottman — AASHTO T 283/99)

O dano por umidade induzida tem o objetivo de prever em longo prazo a susceptibilidade da mistura ao deslocamento (*stripping*) da película asfáltica do agregado e avaliar a necessidade de usar um aditivo *antistripping*

(dope). Os corpos-de-prova (CPs) para este ensaio devem possuir um teor de vazios de $7 \pm 1\%$, considerando o teor ótimo de asfalto, obtido pela dosagem Marshall. Após a mistura, o material permaneceu em temperatura ambiente por 2 horas $\pm$ 30 minutos. Posteriormente, colocou-se este em estufa a 60°C, por 16 horas. Seguinte a essa cura, transferiu-se a mistura para outra estufa, regulada na temperatura de compactação (148°C), por duas horas. Após a compactação, foi realizado o desmoldo e dividiram-se os CPs em dois grupos, formado por três CPs cada um. Um grupo foi submetido ao ensaio de resistência à tração sem condicionamento (RT¹) e o outro grupo foi condicionado, conforme o método, e realizado o ensaio de resistência à tração (RT²). Na Figura 10, pode-se observar uma etapa deste condicionamento.



Figura 10 — Corpos-de-prova isolados em filme plástico para congelamento.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste item, são abordadas as considerações sobre os resultados obtidos para a determinação dos parâmetros Marshall tradicionais: densidade teórica máxima (Dt), estabilidade Marshall (Est), fluência (Flu), volume de vazios (Vv), vazios do agregado mineral (VAM) e relação betume/vazios (RBV). As especifica-

ções do DNIT, considerando o teor ótimo de asfalto para a camada de rolamento, estão na Tabela 6. Além disso, abordam-se os resultados relativos ao ensaio de Dano por Umidade Induzida (Modificado de Lottman – AASHTO T 283/99).

Dosagem Marshall

As médias dos resultados obtidos pela metodologia Marshall, para as misturas de seixo com 5% de RM e seixo com 10% de RM, são apresentadas, respectivamente, nas tabelas 7 e 8, com base nas especificações do DNIT ES 031/2006 (Tabela 6). Pode-se verificar que o teor de asfalto, considerado como ótimo, tanto para a mistura com 5% de RM quanto a com 10% de RM foi de 9,2%, onde o Vv foi de 7,95% e de 7,28%, respectivamente. Estes teores muito altos, provavelmente, foram em virtude da porcentagem elevada de areia natural na composição granulométrica das misturas, tornando-as instáveis. Vale ressaltar que a absorção do RM é muito alta (12,02%), o que pode justificar o consumo elevado de CAP.

O teor inicial de asfalto para a dosagem Marshall foi baixo, considerando a superfície específica, haja vista que a porcentagem de fíler nas duas misturas não chegou a 3%. Contudo, os volumes de vazios foram muito altos, o que levou os pesquisadores a refazerem o ensaio de dosagem várias vezes, sempre aumentando o teor de asfalto. Não se prosseguiu mais em refazer o ensaio de dosagem, no momento que foi verificado que havia muita exsudação de ligante e o teor de vazios, praticamente, não diminuía (Tabelas 7 e 8). Desta forma, pode-se verificar que além do volume de vazios (Vv), a relação betume vazios (RBV), para as duas misturas, estão fora das especificações (Tabela 6), que é de 75 a 82%. Para as misturas com 5 e 10% de RM, as RBVs foram, respectivamente, de 72 e 74% (Tabelas 7 e 8).

Tabela 6 — Especificações de misturas asfálticas para a camada de rolamento.

Discriminação	Camada de Rolamento
Porcentagem de vazios	3 a 5
Relação betume/vazios (%)	75 a 82
Estabilidade mínima (Kgf)	500 (75 golpes)
Resistência a tração por compressão diametral estática a 25°C, mínima, MPa	0,65 MPa
Fluência (mm)	2 a 4,5

Tabela 7 — Resultados médios dos ensaios Marshall para as misturas com seixo e 5% de RM.

Teor (%)	D.Ap.	Est. (kgf)	Flu. (mm)	Vv (%)	RBV (%)	VAM (%)
7,20	2,234	1218	1,8	10,88	59,5	26,84
7,70	2,260	1210	2,6	9,14	65,4	26,40
8,20	2,266	1040	2,9	8,18	69,3	26,61
8,70	2,251	1016	3,1	8,06	70,7	27,49
9,20	2,236	992	3,2	7,95	72,0	28,36

Tabela 8 — Resultados médios dos ensaios Marshall para as misturas com seixo e 10% de RM.

Teor (%)	D.Ap.	Est. (kgf)	Flu. (mm)	Vv (%)	RBV (%)	VAM (%)
7,73	2,261	1132	2,10	9,70	64,10	27,03
8,23	2,271	1031	2,10	8,56	68,40	27,10
8,73	2,267	1048	2,00	8,00	71,00	27,63
9,23	2,267	935	2,20	7,28	74,00	28,04

Dano por umidade induzida e Resistência à tração

Para nenhuma das duas misturas asfálticas houve necessidade de se traçar o gráfico

para obter o volume de vazios desejado, pois estas, automaticamente, se encaixaram a um Vv de $7 \pm 1\%$. Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os resultados de Resistência à Tração dos corpos-de-prova não-condicionados (RT^1) e dos condicionados (RT^2), respectivamente, para as misturas com 5% e 10% de RM. Pode-se observar que a RT dos CPs não condicionados da mistura com 5% de RM foi de 1,15 MPa, e da mistura com 10% de RM foi de 1,20 MPa, esses valores estão dentro do especificado pelo DNIT – ES 031/06, que deve ser maior o igual a 0,65 MPa. Para os CPs condicionados, os valores para as misturas com 5% e com 10% de RM foram, respectivamente, 1,05 MPa e 1,10 MPa, também dentro das especificações.

Misturas que apresentem Relação de Resistência à tração igual ou superior a 70% são consideradas por Hicks (1991, apud COUTINHO NETO, 2004), quanto à deterioração por umidade, de boa qualidade, contudo para AAMAS (1991 apud Coutinho Neto, 2004), este valor deve ser superior a 80%. Como pode se verificar, os valores para as misturas com 5 e 10% de RM, respectivamente, de 91 e 92%, atendem ao indicado por Hicks, 1991 e pela AAMAS, 1991.

Tabela 9 – Resultados do ensaio de umidade induzida para a mistura com 5% de RM.

Corpos-de-provas	Teor de CAP (%)	Mistura com 5% de RM (MPa)		
		RT	RT MÉDIO	RT^2 / RT^1 (%)
NÃO CONDICIONADA	9,2	1,22	1,15	91
		1,21		
		1,03		
		1,16		
		1,14		
CONDICIONADA	9,2	1,02	1,05	
		0,89		
		1,14		

Tabela 10 Resultados do ensaio de umidade induzida para a mistura com 10% de RM.

Corpos-de-provas	Teor de CAP (%)	Mistura com 10% de RM (MPa)		
		RT	RT MÉDIO	RT^2 / RT^1 (%)
NÃO CONDICIONADA	9,2	1,27	1,20	92
		1,08		
		1,24		
		1,19		
CONDICIONADA	9,2	1,19	1,10	
		1,07		
		1,11		
		1,03		

CONCLUSÕES

Neste item, expõem-se as conclusões embasadas nos resultados e nas análises supracitadas. Ressaltando a idéia de que a escolha do resíduo de manganês como agregado alternativo se fundamenta no fato do impacto ambiental negativo em decorrência da deposição incorreta deste resíduo na serra do navio/AP.

Este estudo se respaldou, principalmente nos ensaios específicos à pavimentação, não tendo sido realizados ensaios de natureza ambiental, não possibilitando uma avaliação consistente a cerca do assunto. Contudo, acredita-se que a reutilização do resíduo de manganês reduz, consideravelmente, os prejuízos causados ao meio ambiente, principalmente, em virtude dos agregados serem recursos naturais não renováveis. É provável que após o encapsulamento do RM pela película asfáltica, substâncias nocivas ao meio ambiente sejam retidas.

Para o método Marshall, tanto a mistura com 5% quanto a com 10% de RM se encaixam, parcialmente, nas especificações DNIT – ES 031/06, para a camada de rolamento. Isso se deve ao fato de que o volume de vazios (Vv) necessário de $4\% \pm 1$ e a relação betume vazio

(RBV) mínima de 75% não foram atingidos. Para as misturas com 5% e 10% de resíduo de manganês, foram encontradas, respectivamente, 7,95% e 7,28% de Vv e 72% e 74% de RBV.

Um motivo importante para que as misturas não tenham atendido a todos os parâmetros Marshall é o fato da textura superficial da areia ser lisa, o que causou a diminuição da resistência ao cisalhamento, tornando as misturas asfálticas instáveis. Mesmo aumentando gradativamente o teor de asfalto, essas misturas ainda apresentavam um alto volume de vazios, devido, também, à areia, já que a forma arredondada diminuiu a energia de compactação necessária para alcançar certa densidade.

Comparativamente, os dois teores ótimos das misturas com 5% de RM e 10% de RM consomem praticamente a mesma quantidade de CAP, sendo estes: 9,20% contra 9,23% de ligante, respectivamente.

Quanto ao Dano por Umidade Induzida, os resultados obtidos, tanto a mistura com 5% quanto com 10% de RM, apresentaram Relação de Resistência à Tração, respectivamente, de 91% e 92%, superiores a 70% e 80%, valores considerado satisfatórios, respectivamente, pela AAMAS (1991 apud COUTINHO NETO, 2004, p.7) e por Hicks (1991 apud COUTINHO NETO, 2004, p.7).

Em relação à Resistência à tração, a mistura contendo 5% de RT apresentou RT igual 1,15 MPa, enquanto a mistura com 10% de RM apresentou 1,20 MPa. Desta forma, pode-se concluir que ambas satisfazem as especificações DNIT ES 031/06, que é de 0,65 MPa, no mínimo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6560/00**: materiais betuminosos – determinação do ponto de amolecimento. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 15087**. Misturas asfálticas – determinação de resistência à tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM – DNER. **Método de ensaio DNER-ME 004/94**, materiais betuminosos – determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura (ABNT-MB 517). Rio de Janeiro, 1994. 2p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 031/2006 – ES**, pavimentação – concreto asfáltico. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Manual de Pavimentação**. 3.ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 078/94**, agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1994, 12p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 138/94**, misturas betuminosas a quente – determinação de resistência à tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 1994. 4p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 079/94**, agregado miúdo – adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1994, 12p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 148/94**, material betuminoso – determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland). Rio de Janeiro, 1994. 2p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 043/95**, misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall. Rio de Janeiro, 1995. 11p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 084/95**, agregado miúdo – determinação da densidade real. Rio de Janeiro, 1995. 3p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 193/96**, materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica. Rio de Janeiro, 1996. 6p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 035/98**, agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”. Rio de Janeiro, 1998. 6p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 081/98**, agregados – determinação da absorção e da densidade do agregado graúdo. Rio de Janeiro, 1998. 6p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 083/98, agregados – análise granulométrica.** Rio de Janeiro, 1998. 5p.

_____. **Método de ensaio DNER-ME 003/98, material betuminoso – determinação da penetração.** Rio de Janeiro, 1999. 7p.

COUTINHO NETO, Benedito. **Avaliação do reaproveitamento de areia de fundição como agregado em misturas asfálticas densas.** São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

HICKS, R. G. (1991). *Moisture damage in asphalt concrete*. TRB – Transportation Research Board, NCHRP – Synthesis of highway practice, n. 175.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

OBSERVATÓRIO SOCIAL. **Comportamento Social e Trabalhista: Relatório Geral de Observação (ICOMI – AMAPÁ).** Disponível em: <http://www.observatoriosocial.org.br/download/ReGeicomport.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2010.

SCARPELLI, Wilson. **Arsênio do minério de manganês da Serra do Navio.** Disponível em: <[http://200.20.105.7/cyted xiii/Publicaciones/OutrosArtigos/Scarpelli_Arsenio-emMinerioManganes.pdf](http://200.20.105.7/cyted%20xiii/Publicaciones/OutrosArtigos/Scarpelli_Arsenio-emMinerioManganes.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2010.

Modelagem e Controle Fuzzy de um Processo Industrial de Soldagem de Arame Tubular

Modeling and Fuzzy Control of an Industrial Process Welding with Wire Tubular

Walter Barra Junior*

Petronio Viera Junior*

Marcos Vinicius Sadala Barreto*

Sérgio Rodrigues Barra**

Universidade Federal do Pará*

DEEC-CT-UFGA, Rua Augusto Corrêa, 01 – CEP 8619, 66075-970, Guama – Belém – PA – Brasil

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC**

Av. Orlando Gomes, 1845 – CEP 41650-010, Piatã – Salvador – BA – Brasil

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados obtidos em um estudo para modelagem e controle inteligente de um processo de soldagem industrial do tipo Arame Tubular. Este tipo de processo é desafiador para fins de modelagem e controle, devido ao comportamento não-linear do arco voltaico no processo de soldagem. O objetivo do estudo foi melhorar a qualidade do processo de soldagem através do emprego da técnica de controle automático fuzzy, visando reduzir os efeitos de variações indesejáveis no processo, as quais podem ser provocadas tanto por uma operação manual da tocha soldagem quanto por limitações nas fontes de energia não-reguladas disponíveis comercialmente. Primeiramente, efetuou-se uma modelagem fenomenológica da dinâmica do processo de soldagem com arame tubular, visando-se obter uma representação em termos de espaço de estados que fosse adequada para fins de controle automático do processo, com a subsequente implementação do modelo dinâmico em ambiente Matlab/Simulink. Em seguida, um controlador fuzzy, do tipo Mandani, foi então projetado para efetuar o controle dinâmico da frequência de chaveamento de um conversor baseado em Transistor IGBT, regulando, dessa forma, a energia cedida pela fonte ao processo de soldagem. O desempenho do controle fuzzy foi então avaliado em estudos de simulação, com o modelo dinâmico desenvolvido, e experimentalmente, em uma bancada de testes em laboratório. Para os testes experimentais, a lei de controle fuzzy foi embarcada em um microcontrolador DSPIC. Os resultados obtidos nos testes mostram o bom desempenho da técnica investigada.

Palavras Chaves: Processo de Soldagem, Modelagem de Sistema, Controle, Fuzzy, Automação.

ABSTRACT

This paper presents the results obtained in a study for modeling and intelligent control of process of welding with flux cored wire. The objective was to improve the quality of the welding process by employing the technique of fuzzy automatic control, in order to reduce the undesirable effects of variations in the process, these variations can be caused a manual operation of the welding torch as well as by limitations in the non-regulated energy sources. First a phenomenological modeling of the dynamics of the tubular wire, was transform aiming to obtain a representation in terms of a state space modes suitable for studies of automatic control, with the subsequent implementation of the model in Matlab / Simulink. Then a fuzzy controller, the at Mandani type, was designed to perform the dynamic control of the switching frequency of IGBT converter, regulating thereby the energy supplied by the source to the welding process. The performance of fuzzy controller was then assessed by simulation studies, with the dynamic model developed, as well as experimentally in a laboratory test bench. For the experimental tests, the fuzzy control law was embedded in a microcontroller DSPIC hardware system. The results obtained in the tests show the good performance of the technique investigated.

Keywords: Welding Process, Systems Design, Control, Fuzzy, Automatic.

INTRODUÇÃO

A soldagem está presente em diversos processos produtivos da indústria, tais como: fabricação de navios, automóveis, aviões; construções civis (edifícios, casas, pontes, etc); geração de energia (turbinas, caldeiras, etc); dentre outras (BARRETO, MARCOS V S, 2007). Muitos sistemas produzidos são utilizados em aplicações, de risco médio ou elevado. Dessa forma, a qualidade no processo de soldagem requer uma grande atenção e qualificação por parte do operador. Caso exista uma ruptura na soldagem, ocasionada por tensão exercida no sistema, acidentes podem ocorrer.

Atualmente, o custo estimado de uma soldagem é de menos que um centavo por ponto de solda (BACELAR, A. R. C. e A. C. Ferraz, 2005), mas deve-se levar em consideração que produtos industriais, que necessitem de soldagem, são constituídos de milhares de pontos. Somando-se todos os custos, este chega, em certas situações, a ser em torno de 5% do valor final do produto.

Assim, novas metodologias que possibilitem a redução de custo da soldagem e a melhoria da qualidade do processo são de grande interesse para o meio científico e industrial. Uma máquina de soldagem com arame tubular que possua um controlador robusto certamente possibilita a redução de custo e o aumento da qualidade do processo de soldagem.

Um controle automático inteligente para rejeitar perturbações ocasionadas pela operação manual da máquina é uma necessidade atual da indústria. Sem um controle automático de qualidade, haverá muitas imperfeições, tais como: soldas com cordões não uniformes em sua espessura e altura, extinção do arco por falta de alimentação do arame, distorções na soldagem pela variação da quantidade de material introduzido no sistema, fissuras, porosidades, dentre outras perturbações que afetam a qualidade do processo.

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um controlador destinado a reduzir as im-

perfeições encontradas durante o processo de soldagem, otimizando a qualidade da soldagem e minimizando o custo.

O artigo está organizado da seguinte forma: primeiramente será exposto o processo como um todo e quais são os subsistemas que compõem o processo de soldagem. Em seguida é feito um estudo dos subsistemas de acordo com as especificações necessárias. Subseqüentemente é desenvolvido um modelo matemática do processo. O controlador fuzzy é projetado e os resultados obtidos em simulação são apresentados. Finalmente apresenta-se a implementação de um modelo reduzido com os resultados experimentais obtidos.

Sistema da Máquina de Soldagem de Arame tubular

O sistema é composto de três módulos principais: o subsistema de alimentação do arame eletrodo, o subsistema da fonte de alimentação, e o controlador fuzzy embarcado em um sistema digital baseado em micro-controlador DSPIC. O diagrama esquemático do processo de soldagem com arame tubular é apresentado na figura 01.

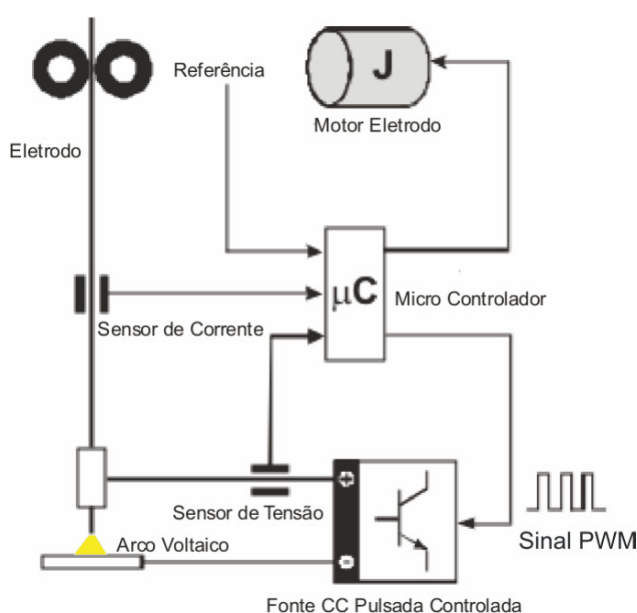


Figura 1 — Esquema Simplificado de um Processo de Soldagem com Arame Tubular Pulsado

Os módulos de alimentação do arame e da fonte de alimentação são comandados pelo controlador desenvolvido. O controlador tem a função de regular as correntes em um intervalo de tempo inferior de 1 milésimo de segundo. O sistema de controle deverá rejeitar distorções e variações, que se apresentem na execução da soldagem.

A regulação no intervalo de tempo da ordem de 1 milésimo de segundo é um dos requisitos do processo, devido à velocidade de soldagem estar no intervalo de 1cm/s a 9 cm/s. Dessa forma, haveria 0,001cm a 0,009cm de intervalos, a cada ciclo de soldagem, de modo que a soldagem pode apresentar-se inapropriada, devido as variações no sistema.

O sistema de teste desenvolvido neste trabalho consta de uma fonte de energia e um alimentador de arame tubular eletrodo. A fonte de energia produz um sinal pulsado cujo valor médio (Valor CC) é controlado através de um sinal “Pulse-width modulation(PWM)”, produzido pelo controlador. A alimentação do arame é feita através de um motor de passo que impulsiona o eletrodo dependendo da relação entre tensão e velocidade do arame, significando que quanto maior a tensão maior será a velocidade.

Fonte Chaveada Controlada

A fonte chaveada possui um transformador, utilizado para soldagem com corrente alternada, quando é necessária a redução de tensão para obter um aumento da corrente. Neste caso, no primário do transformador a tensão eficaz será de 217V, enquanto que no secundário, o valor da tensão eficaz será de 52V.

Como o objetivo é controlar o valor médio (CC) da corrente pulsada, um retificador de onda completa é necessário.

Como o sistema necessita de corrente elevada o conversor CC-CC, mais indicado é o conversor “Buck”, chamado também de conversor abaixador.

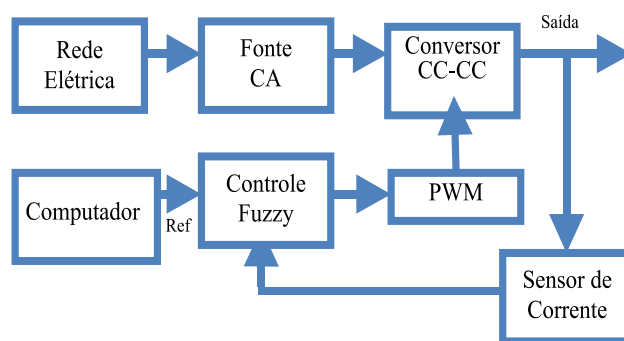


Figura 2 – Diagrama de Blocos da Fonte CC-Pulsada

Na figura 02 apresenta-se um diagrama de blocos da fonte de energia construída em modelo para a experimentação e validação do controle em laboratório, ver figura 17.

Expandido o bloco “Conversor CC-CC”, figura 03, observa-se que este bloco utiliza um gatilho isolado, que consiste na separação do sistema de potencia do sistema de controle. Com o objetivo de proporcionar maior segurança aos usuários e baratear o protótipo a ser desenvolvido.

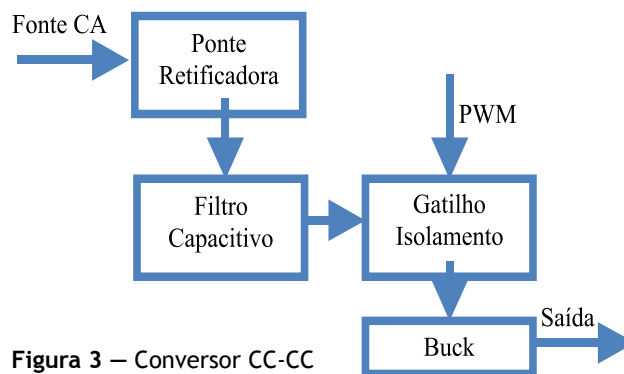


Figura 3 – Conversor CC-CC

Observando o diagrama de blocos das figuras 02 e 03 percebe-se que o sistema opera em malha fechada e a relação a ser controlada é a largura de pulso do sinal PWM que comanda o disparo do IGBT, e conseqüentemente a quantidade de energia cedida pela fonte ao processo de soldagem, obedecendo-se ao método de depósito de material fundido selecionado pelo operador ou soldador.

A representação de um diagrama da fonte em forma de circuito e apresentado na figura 04 o qual é composto por transformador, ponte de

retificação de onda completa, filtro capacitivo e um conversor CC-CC abaixador. Este sistema é controlado através do controle fuzzy embutido no micro-controlador DSPIC.

Para possibilitar um estudo do comportamento dinâmico, da fonte de energia, de uma forma mais eficiente, o desenvolvimento de um modelo matemático deve ser feito.

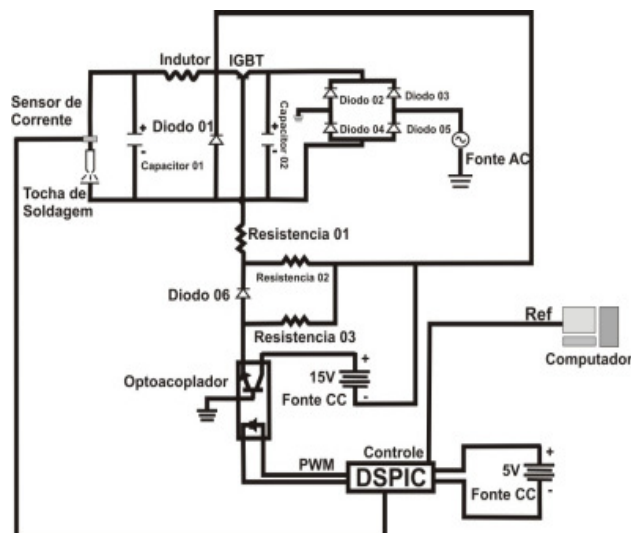


Figura 4 – Circuito da Fonte de Alimentação CC Pulsada

Alimentação do Arame para o Processo de Soldagem

O impulsionamento do arame é realizado através de um motor de passo que tem seu funcionamento gerido pelo controlador, proporcionando variação na quantidade de material. Dessa forma, pode-se alterar as propriedades mecânicas das soldas que serão formadas, possibilitando uma soldagem mais adequada diante de perturbações que ocorrem no decorrer do processo de soldagem.

Para simplificar o processo de soldagem, trata-se o controle como não existindo variação de velocidade de alimentação. Ou seja, ao longo do tempo não haverá modificação de massa imposta pelo sistema de alimentação, uma constante de massa em um período de tempo que deverá ser consumida. (GHO; CHAE; KIM; WON; MOK e CHOE, 1999).

A regulação do arco voltaico é feita através da quantidade de energia cedida ao siste-

ma, variando o consumo do eletrodo. Assim, como a velocidade de alimentação é constante tem-se uma redução do comprimento do arco para um consumo menor, e um aumento no comprimento do arco para um aumento do consumo. A relação torna-se direta para as variáveis: consumo de material e quantidade de energia cedida.

MODELAGEM MATEMÁTICA DO CONVERSOR CC-CC

A construção da modelagem matemática foi realizada por técnicas fenomenológicas conhecidas.

A fonte de soldagem CC pulsada possui duas etapas de execução. A primeira é quando a chave do IGBT está fechada e a segunda quando a chave IGBT está aberta. A figura 5 mostra um esquema da etapa 1 enquanto que a figura 6 mostra um esquema da etapa 2.

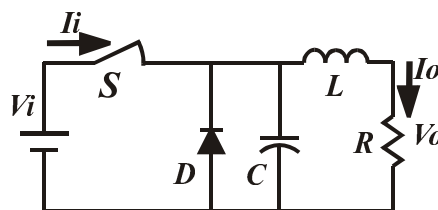


Figura 5 – Etapa 1 da Fonte

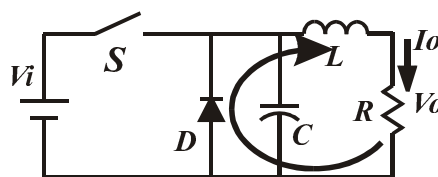


Figura 6 – Etapa 2 da Fonte

Da análise das malhas das figuras 5 e 6, obtém-se:

$$\text{Etapa 1 } \frac{\log(4,2 - P) - 0,43}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} \quad (1)$$

$$\text{Etapa 2 } \frac{di_o}{dt} = \frac{1}{L} [i_o R - \frac{1}{C} \int i_o dt] \quad (2)$$

Sendo L a indutância, C a capacitância, i_0 corrente inicial, R a resistência, V_s a tensão medida na chave, e E a tensão da fonte. Todos no sistema internacional de unidades.

Obedecendo-se as leis fenomenológicas da fonte de alimentação CC Pulsada, um modelo matemático para simulações em ambiente MATLAB/Simulink, foi implementado. A Figura 7 mostra os blocos principais do modelo matemático desenvolvido, o qual implementa as equações 1 e 2 das etapas 1 e 2 de funcionamento da fonte chaveada.

Na figura 7 observa-se a existência de um bloco denominado de PWM. Este é responsável pelo gerenciamento da abertura/fechamento da chave do IGBT, quanto mais tempo à chave permanecer fechada mais energia o sistema terá para transformação de energia elétrica em energia térmica, obedecendo-se aos limites da fonte de alimentação

Quando a chave estiver aberta, o sistema recebe a energia armazenada no indutor, a qual é consumida pelo sistema extinguindo o arco voltaico. O calculo do indutor é feito de modo que o tempo de queda da corrente quando a chave do IGBT estiver aberta, seja praticamente nulo. Este parâmetro é de extrema importância para o processo de soldagem. (Scotti, A. e V. Ponomarev, 2008).

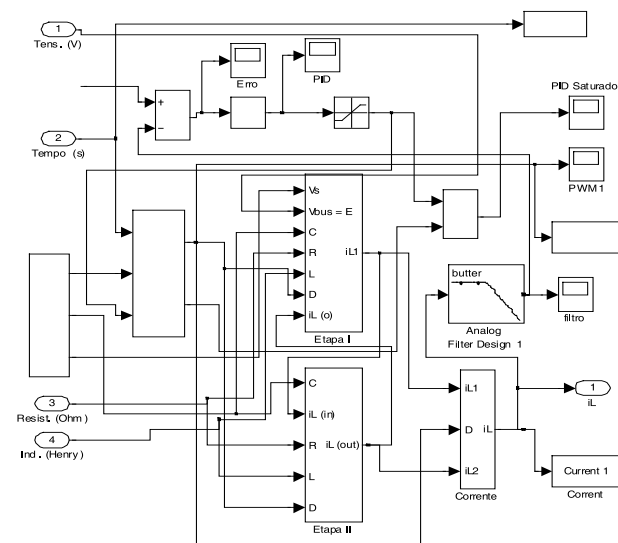


Figura 7 – Modelo Simulink da Fonte de Energia

Expandindo o bloco de denominação PWM, visto na figura 8, observa-se a existência da função denominada de FcnTrg que fará o calculo da largura do pulso com base em um período constante, visto que a frequência é constante de 2000 Hz

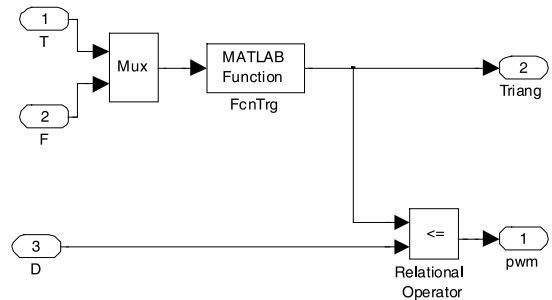


Figura 8 – Bloco PWM

A função FcnTrg é descrita abaixo:

```
function y=fcntrg(u)
t = u(1);f = u(2);
T = 1/f;
a = 1/(T/2);
n = floor(t/T);
t = t-(n*T);
if (t>=0) & (t<T/2)
    y = a*t;
elseif (t>T/2) & (t<T)
    y = -a*t+2;
end
```

O retorno da função será o tempo em que a chave do conversor Buck devesse permanecer fechada para a alimentação do sistema pela fonte AC.

Continuando a expandir a figura 7, a etapa I foi desenvolvida no ambiente de simulação Matlab conforme a figura 9.

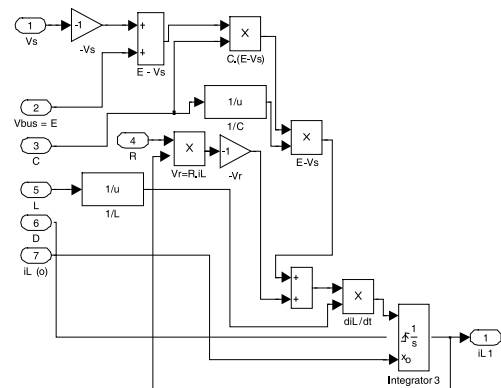


Figura 9 – Bloco Etapa I

Com este modelo obtém-se a forma de onda da corrente que alimenta o arco voltaico utilizando a energia cedida pela fonte CA devido ao fechamento da chave do conversor CC-CC. Nesta simulação já estão considerados a perda para o indutor e para os capacitores pertencentes aos filtros.

Do mesmo modo a etapa II foi desenvolvida, a qual é mostrada na figura 10.

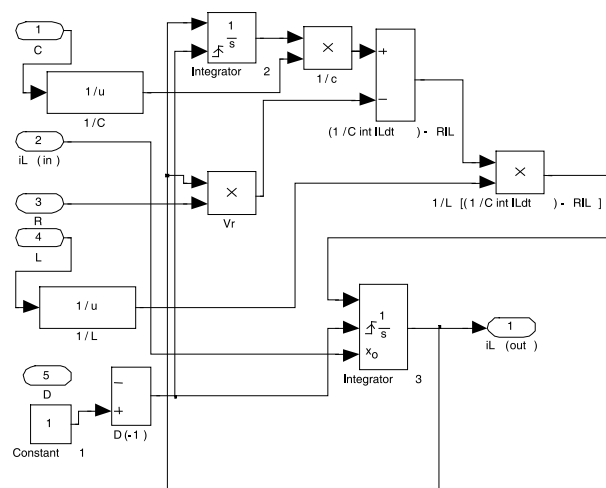


Figura 10 — Bloco Etapa II

Neste modelo, também se obtém o forma de onda da corrente que alimenta o arco voltaico. Contudo nesta etapa a chave do conversor CC-CC esta aberta, sendo o sistema alimentado pela energia armazenada no indutor e nos capacitores do sistema.

VALIDAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO DO PROCESSO

Tabela 1 — Amostra dos Dados Experimentais

Nr. da medida	R (stickout) cm	I_m (A)	Velocidade do alimentador de arame (m/min)
1	0,220	118,17	5
2	0,210	134,75	6
3	0,200	151,32	7
4	0,187	167,90	8
5	0,180	184,48	9
6	0,172	201,06	10

O modelo matemático desenvolvido para simular o processo foi validado com dados experimentais, obtidos da execução de soldagem semi-automatizada em posição plana, realizados em teste de laboratórios.

Observando-se a tabela 2, o operador priorizou a qualidade da soldagem variando todos os parâmetros para adquirir um ponto de operação que produza as especificações da solda, para o projeto beneficiador da execução.

Tabela 2 — Tabela de Dados Experimental Complementar

D	W	t_p	t_b	T_m	V_p	I_m	I_b	I_p	V_g
(mm)	(m/min)	(ms)	(ms)	(ms)	(Volts)	(A)	(A)	(A)	(mm3)
1,2	5	4,4	5,20	9,60	28,38	118,17	32,40	219,68	0,90
1,2	6	4,2	3,80	8,00	29,05	134,75	35,32	224,85	0,90
1,2	7	3,8	3,06	6,86	30,54	151,32	45,77	236,38	0,90
1,2	8	3,3	2,70	6,00	32,77	167,90	63,26	253,66	0,90
1,2	9	3,1	2,23	5,33	33,81	184,48	77,46	261,72	0,90
1,2	10	2,8	2,00	4,80	35,58	201,06	97,19	275,38	0,90

A obtenção dos dados da tabela 1 e 2 foi adquirido de experimentações em laboratório de mecânica para a execução do projeto desenvolvido na Universidade Federal do Para — UFPA, na Faculdade de Engenharia Elétrica em parceria com a Faculdade de Engenharia Mecânica, com um equipamento similar proposto neste artigo.

Observe na figura 11 a forma de onda exponencial da soldagem pulsada, para um ponto de operação N° 03, indicado na tabela 1.

Durante o intervalo de tempo de obtenção da onda de corrente, o processo continuou no mesmo ponto de operação, não havendo variações.

Existem dois tipos de formato de onda que são utilizados no processo de soldagem: trapezoidal e exponencial. Na figura 11, mostra-se

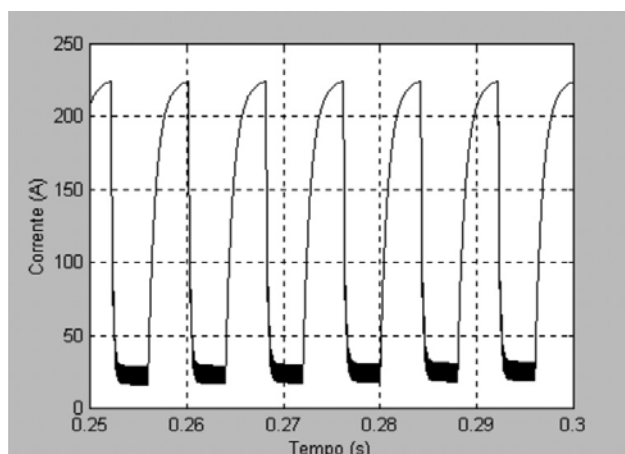


Figura 11 — Forma da Onda do Processo de Soldagem CC Pulsado

a onda no formato exponencial utilizado para validação. Contudo, podem-se utilizar estes dados para o formato de onda trapezoidal, já que o processo de soldagem esta preocupado com a quantidade de energia cedida em um intervalo de tempo, para a fusão do material inserido pelo subsistema de alimentação. Ou seja, a corrente média deve permanecer no mesmo valor para ambos os formatos de onda em um determinado ponto de operação.

O CONTROLE DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO

O controle desenvolvido primeiramente, para a planta de alimentação de energia, utilizou a metodologia de controle de Proporcional, Integral e Derivativo — PID. No entanto, este método normalmente obtém resultados ótimos somente para plantas que são lineares. A planta de alimentação para soldagem em corrente continua pulsada, é não linear. O desempenho obtido pela utilização de controladores PID no controle do modelo fenomenológico da fonte de energia é ilustrado na figura 12.

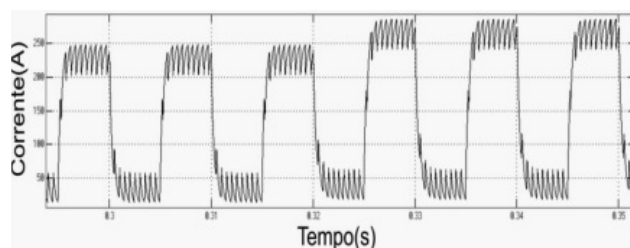


Figura 12 — Corrente da Fonte sob Ação do Controlador PID

Os estudos de simulação computacional correspondem aos pontos de operação 3 e 6 na tabela 1.

Fazendo uma comparação entre o resultado apresentado na figura 12 e a tabela 2, existe uma discordância entre os valores obtidos. A corrente de base não varia em torno do valor esperado 97,19A. Isso mostra um baixo desempenho do regulador PID projetado, para este ponto de operação. Isso ocorre devido às não-linearidades acentuadas do sistema, sendo difícil obter bom desempenho do controlador PID.

Projeto do Controlador Fuzzy

A escolha desta tecnologia de controle está baseada na característica do processo, que requer um controle extremamente rápido na tomada de decisão em tempo real, objetivando a estabilidade, baseado no tempo de 1 milésimo de segundo.

A tecnologia fuzzy por ser de fácil implementação, desde que o engenheiro responsável pelo projeto possua conhecimento sobre: as relações das variáveis, os distúrbios que provoca mudanças bruscas, principais defeitos e o intervalo de valores de operação do sistema para as variáveis. Todas essas informações propiciam um desenvolvimento mais rápido e preciso do controlador para a planta proposta em processo de soldagem.

A ferramenta utilizada para adquirir as informações pertinentes são as mesmas utilizadas em entrevistas que possua características informativas e de opinião. Utiliza o texto corrido, expressando a opinião citadas entre aspas; ou um texto de perguntas e respostas. Em todos os dois casos, o projetista do controle deve ter um conhecimento prévio do sistema, visando uma versatilidade na comunicação com o soldador.

De posse da entrevista e dos dados experimentais foi projeto os conjuntos de entradas: o erro e a derivada do erro. Como mostra a figura 13 e 14.

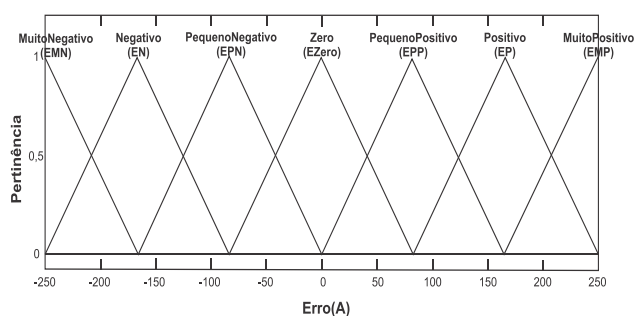


Figura 13 – Conjunto Fuzzy Entrada Erro

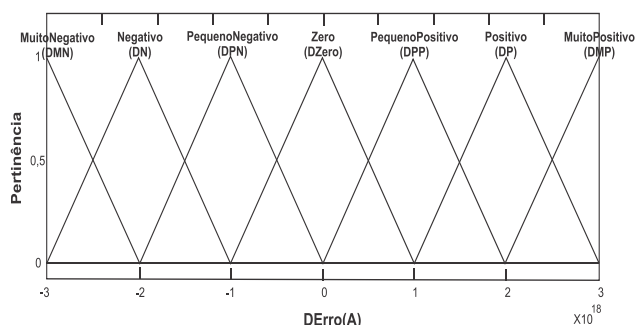


Figura 14 – Conjunto Fuzzy de Entrada Derivada do Erro

A variável de saída para o controlador do processo de soldagem foi projetado conforme a figura 15. A não continuidade dos conjuntos é ocasionada pelo formato de onda que o sistema de soldagem requer: o de dente de serra.

O formato de onda dente de serra requer mudanças bruscas e com velocidade elevada. Como o controle projetado possui a responsabilidade de produzir o PWM como saída, quanto mais tempo a variável de saída permanecer próximo de 1 mais rápido a corrente se elevava e quanto mais próximo de 0 mais rápido a corrente extingue.

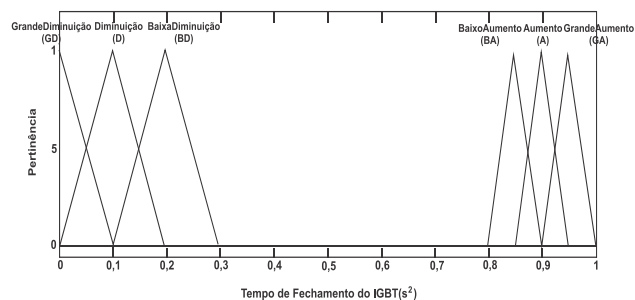


Figura 15 – Conjunto Fuzzy de Saída Controle

As regras de pertinências do controlador estão expostas na tabela 3.

Tabela 3 – Regras de Pertinências do Controlador Fuzzy

Erro Derivada do erro	EMN	EN	EPN	EZero	EPP	EP	EMP
DMN	D	BD	BA	GA	GA	GA	GA
DN	GD	D	BD	A	A	A	GA
DPN	GD	GD	D	BA	A	A	A
Dzero	GD	D	BD		BA	A	GA
DPP	GD	D	D	BD	A	A	GA
DP	GD	D	GD	D	BA	BA	GA
DMP	GD	GD	GD	GD	BD	BA	A

Para utilizar o controlador na simulação basta substituir o controlador PID pelo controlador Fuzzy. Veja a figura 16

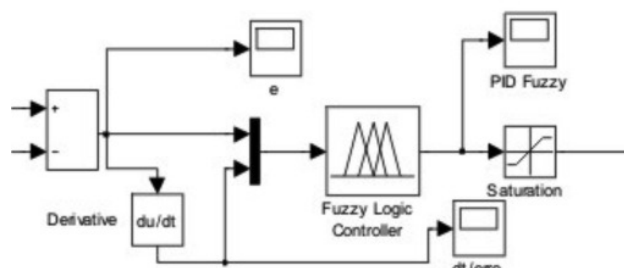


Figura 16 – Utilização do Controlador Fuzzy na Simulação

A relação entre as variáveis de entrada com a variável de saída pode ser visualizado pelo gráfico da superfície da figura 15.

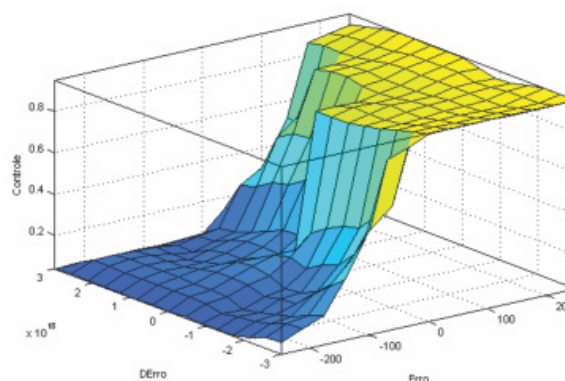


Figura 17 – Superfície da Relação Entradas e Saída do Controlador

Pode-se concluir que, de uma maneira geral, a relação existente entre o erro do sistema

e a derivada do erro com o tempo de fechamento da chave do IGBT e exponencial. Conseqüentemente nas regiões mais próximas do zero das variáveis de entrada mais variação do tempo de fechamento da chave existirá.

Analise dos Resultados de Simulação Obtidos

Executado a simulação com as devidas alterações para a inclusão do controlador Fuzzy obtemos a forma da onda apresentada na figura 18.

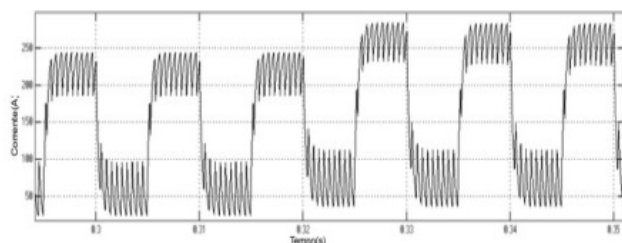


Figura 18 — Forma da Onda Utilizando o Controlador uzzzy

Se compararmos a figura 18 com figura 12 verá uma similaridade a principio. Contudo o problema descrito com a utilização de controladores PID foi exaurido, ou seja, as características do formato de onda são obedecidas para o sexto ponto de operação obtido experimentalmente, veja a tabela 1, assim como para qualquer outro ponto de operação.

A característica anteriormente não obedecida é o ponto de corrente de base onde não estava variando em torno dela. Com o controlador Fuzzy isso foi solucionado, ocorrendo a variação da corrente de base em torno do valor de 97,19A. Possibilitando a execução do processo neste ponto de operação sem haver a extinção do arco elétrico.

APLICAÇÃO DO CONTROLE FUZZY EM UM MODELO DE LABORATÓRIO

Para uma comprovação final do controlador projetado, foi implementado um modelo reduzido da máquina de soldagem utilizando a variação de resistência.

Sabe-se em literaturas que em se tratando de arco elétrico não se pode utiliza esta denominação, contudo se assemelha bastante a este conceito o comportamento do arco elétrico.

No interior do arco elétrico existe uma queda de tensão que é responsável pela energia térmica produzida pelo arco elétrico, não tendo o mesmo comportamento na extensão do arco, ou seja, a variação de queda de tensão em todo o comprimento do arco.

Contudo a somatória das quedas de tensão ao longo do comprimento do arco elétrico é que será relevante para o controle do sistema.

Desta forma foi criado um banco de resistência com chaveamentos manuais para a variação das quedas de tensão.

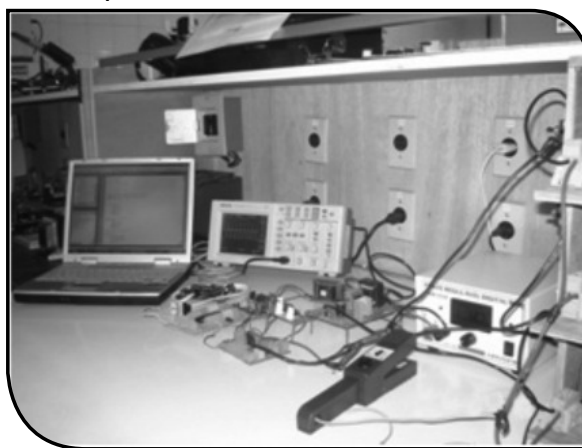


Figura 19 — Modelo Reduzido da maquina de soldagem

A variação da somatória de queda de tensões está relacionada com o comprimento do arco e que conseqüentemente, como foi abordado anteriormente, está relacionado com o stick out.

O modelo reduzido desenvolvido pode ser visualizado na figura 19.

Resultados Experimentais com Controlador Fuzzy

O formato de onda adquirido com osciloscópio no modelo reduzido é semelhante ao da máquina de soldagem de arame tubular utilizado para obtenção dos dados das tabelas 1 e 2. Veja a figura 20 e 11.

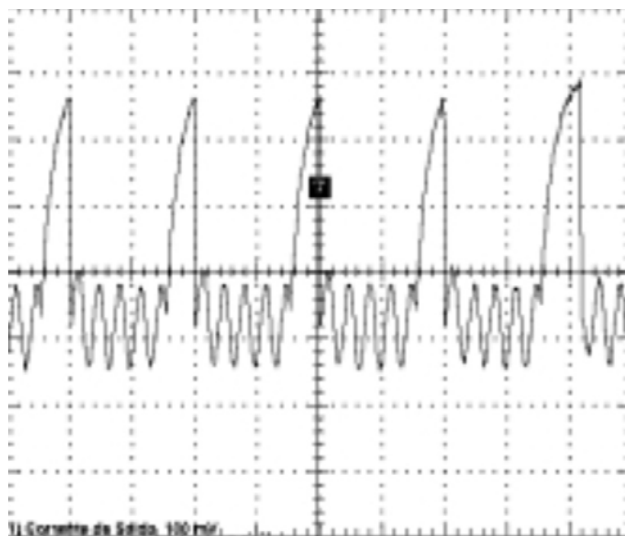


Figura 20 — Forma da Onda Modelo Reduzido

As especificações do formato de onda foram mantidas, tais como o tempo de permanência na corrente de base e o tempo de permanência na corrente de pico para o formato de onda exponencial.

Variando as resistências teremos vários pontos de operação para o modelo reduzido. A dinâmica de como o controle irá gerir estas variações foi extraído e pode ser vista na figura 21.

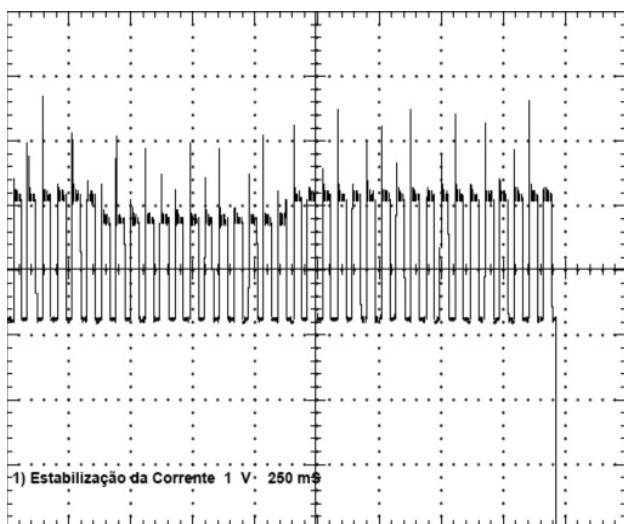


Figura 21 — Resultado para Vários Pontos de Operação

O controle foi realizado com sucesso no modelo reduzido já que o sistema mantém a forma de onda com suas devidas características e estabiliza o sistema.

CONCLUSÃO

No que se refere ao estudo de controle de processos automáticos, não lineares, a utilização da teoria fuzzy se apresenta de forma eficiente e eficaz para aplicação no processo de soldagem que utiliza o método de arame tubular. O controlador PID não obteve o resultado esperado em todos os pontos de operação, obtidos através de experiências em máquinas de soldagem com arame tubular manuais. Isto acontece devido ao sistema ser fortemente não-linear, ocasionando que em cada faixa de operação deveriam ser calculados os parâmetros do controle PID.

A tecnologia Fuzzy permite o desenvolvimento de controladores não-lineares a partir de conhecimento qualitativo sobre o sistema. No controle da máquina de soldagem de arame tubular utilizou-se um controlador Fuzzy para a estabilidade do sistema em todas as faixas de operação.

Com o controle devidamente testado, uma comparação dos valores entre os dados experimentais e os resultados da simulação foi efetuada em ambiente MATLAB/Simulink. Foi desenvolvida uma placa de controle da fonte pulsada em um modelo reduzido. Os testes foram concluídos com êxito, e o desempenho foi avaliado pela comparação com os resultados obtidos da simulação e do modelo reduzido, desenvolvido para representar o processo de soldagem.

Assim, no presente estudo, foi possível concluir que a utilização adequada da metodologia fuzzy propicia um aumento da qualidade da soldagem e uma redução de custos no processo. No prosseguimento da técnica fuzzy, mais avançadas, do tipo Takagi-Sugeno, estão sendo testadas no sistema de soldagem, sendo que os resultados serão relatados em futuros artigos.

Agradecimentos

A Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Para, Prof. Dr. Carlos

Mota e a Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, Prof. Dr. Américo Scotti e a Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará e ao Instituto Federal de Educação Tecnológica do Pará, por propiciar este estudo.

Referências

- BACELAR, A. R. C and A. C. Ferraz.(2005). Estudo da Viabilidade Operacional do Processo de Soldagem MAG com Alimentação Adicional de um Arame Frio. Dissertação de Graduação, Universidade Federal do Para, Para, Brasil.
- BARBI, I., and D. C. Martins.(2000). Conversores CC-CC Basicos Não Isolados. Florianopolis: Ed. dos Autores.
- BARRA, Sergio R. Influência do Processo MIG/MAG Térmico Sobre a Microestrutura e Geometria da Zona Fundida, Ano de Obtenção: 2003. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil.
- BARRETO, M. V. S.(2007). Desenvolvimento e Implantação de Controlador Fuzzy para Máquina de Soldagem MIG/MAG. Belém: UFPA / CT / PPGEE – Campus Guama.
- CAMPOS, M. C., and H. C. Teixeira. (2006). *Controles Tipicos de Equipamentos e Processos Industriais*. São Paulo: Edgard Blucher LTDA.
- DRAKUNOV, S., E. Barbieri and D. Silver.(1999). Sliding Mode Control In Arc Welding. *IEEE*, Miami.
- DUTRA, J. C. (1990). Procedimento Computadorizado de Determinação, seleção e Controle de Variáveis na Soldagem MIG/MAG. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Para Para, Brasil.
- GHO, J. S.,Y. M. Chae, H. S. Kim, C. Y. Won, H. S. Mok and G. H. Choe.(1999).A Study on the Effect of Wire Feeding Speed Controller in Inverter Arc Welding Machine. *IEEE*, Hong Hong.
- GROETELAARS, P. J., C. O. Moraes and A. Scotti. (2007). Influência do Comprimento do Arco sobre a Transferência Metálica no Processo MIG/MAG Duplo-Arame. *Soldagem Inspeção*, p. 276-284.
- JUNHONG, Z. and W. Hongfang.(1996). *A Novel Welding Inverter Power Source System with Constant Current Output Characteristic Based on Fuzzy Logic Control*. IEEE, Miami.
- JUNHOR, P. V., D. M. SILVA, M. V. S. Barreto and A. C. Pereira.(2003). Control of machine of welding MIG Using controller Fuzzy, *IMDC*.
- K. S. Boo and H. S. Cho “A Fuzzy Linguistic Control Approach to then Control of Weld Pool Size in Gas Arc Welding Processes” *Welding and Joining Processes Vol.*, pp. 73-84, ASME 1991.
- LOCATELLI, G., and J. C. Dutra.(2008). Sistema Integrado para Aquisição de Sinais e Controle Diferenciado de Processos de Soldagem. *Soldagem Inspeção*, pp. 344-353.
- MAMANI, L., J. DUTRA and R. GOHR.(1996). Desenvolvimento de um Programa Computacional para o Controle Sinergetico do Processo de Soldagem MIG/MAG. *Anais do XXII ENTS. ABS*, Blumenau, Brasil, pp.: 401-410.
- MARINHO, L. C. D., S. S. Silva, R. Paranhos. (2001). Analise da Influência das Variáveis do Processo de Soldagem MIG/MAG Robotizado na Geometria do Cordão de Solda com Auxílio de Planejamento de Experimentos. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – A pesquisa Operacional e o Meio Ambiente*, Campos do Jordão, São Paulo.
- MARUYAMA, T., M. Okada, Y. Hida, M. Honma and T. Minato.(1995). Current Waveform Control in Gás Shielded Arc Welding for Robotic Systems. *Kobelco Technology review n. 18 Apr.*, p. 10-13.
- MENDONÇA, N. B.(2007). Uma Contribuição ao Estudo do Desenvolvimento da Soldagem FCAW com Arame Frio. Dissertação de Graduação, Universidade Federal do Para, Para, Brasil.
- MODENESI, P. J.(2008). *Introdução à Física do Arco Elétrico – Soldagem I*. Belo Horizonte: UFMG.
- OGATA, K.(1996). *Projetos de Sistemas Lineares de Controle com MatLab*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil LTDA.

- OGATA, K.(2000). *Engenharia de Controle Moderno*. Rio de Janeiro: LTC — Livros Tecnicos e Científicos Editora S.A.
- OZCELIK, S.(1998). An Animated MATLAB/SIMULINK Toll for Gas Metal Arc Welding Control Experimentation. *Proceedings of the American Control Conference*, Pennsylvania, Philadelphia.
- RODRÍGUEZ, A. G., C. R. Pérez, O. M. Borroto and J. V. Oria.(2009). Comportamiento del tiempo de duración, la frecuencia de los cortocircuitos y la conductividad eléctrica durante el reencendido del arco en la soldadura SMAW(AC) con electrodos E6013. *Soldagem Inspeção* , pp. 66-73.
- SALO, M., H. Tuusa and J. Nyqvist.(2001). A high-Performance Three-Phase DC-Voltage Source — An Application to a Welding Machine. *IEEE*.
- SCOTTI, A., and V. Ponomarev.(2008). *Soldagem MIG/MAG Melhor entendimento Melhor desempenho*. São Paulo: Artliber.
- SHAW, I. S. and M. G. Simões. (1999). *Controle e Modelagem Fuzzy*. Editora Edgard Blucher.
- SILVA, R. H., J. C. Dutra and R. G. Jr.(2008). Fundamentos Científicos e Tecnológicos para o Desenvolvimento do Processo MIG/MAG por Curto-Circuito Controlado(CCC) — Uma Revisão da Literatura. Parte e de 3: Princípios dos Sistemas MIG/MAG em Curto-Circuito com Controle de Corrente. *Soldagem Inspeção* , p. 70-81.
- SOUZA, D., A. A. Resende and A. Scotti. (2009). Um Modelo Qualitativo para Explicar a Influência da Polaridade na Taxa de Fusão no Processo MIG/MAG. *Soldagem Inspeção* , pp. 192-198.
- VEIGA, J. L., A. A. Carvalho and J. M. Rebello. (2006). Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Classificação de Sinais Ultra-Sonicos de Juntas Soldadas. *Soldagem Inspeção*, p. 4.

NORMAS DE PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS

1. A Revista ENGRENAGEM adota as normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os artigos elaborados no formato de texto, com extensão .doc, em espaço 1,5 linha, em fonte tipo Arial, tamanho 12. A página deverá ser em formato A4, com formatação de margens superior e esquerda (3 cm) e inferior e direita (2 cm).
2. Após a seleção dos artigos, os autores selecionados deverão preencher e assinar o **termo de cessão dos direitos autorais** do artigo a ser publicado na revista ENGRENAGEM e enviar para endereço indicado no sistema de submissão desta revista.
3. **A apresentação dos trabalhos** deve seguir a seguinte ordem:
 - 3.1. Folha de rosto personalizada contendo: Título em português, não devendo exceder 02 linhas; Título em Inglês, compatível com o título em português;
 - 3.2. Nome de cada autor (máximo quatro), seguido por afiliação institucional e titulação por ocasião da submissão do trabalho; Indicação do endereço completo do autor principal para constar na publicação do texto, bem como o endereço eletrônico e para o envio de correspondência;
 - 3.3. Folha contendo **Resumo** (até 250 palavras, redigido em parágrafo único, espaço simples e alinhamento justificado e **Palavras-chave** (mínimo 3 e máximo 5) separadas por ponto;
 - 3.4. Folha contendo **Abstract** e **Keywords**, em inglês, compatível com o texto em português. O **Abstract** deve obedecer às mesmas especificações para a versão em português.
4. **Texto** propriamente dito. As **citações bibliográficas** devem ser feitas de acordo com as normas da ABNT (NBR 10520 – *Informação e Documentação – Citações em documentos – Apresentação*), adotando-se o sistema autor-data. O texto deve ser editado em duas colunas, com espaçamentos entre elas de 1,25 cm.

5. Quando **vários trabalhos forem citados** no mesmo parágrafo, os mesmos devem ser apresentados em ordem cronológica. Se houver mais de um trabalho do mesmo autor no mesmo ano, devem ser utilizadas letras para distingui-los. Exemplo: Coutinho (2003a), Coutinho (2003b), etc.
6. No caso de **trabalho de até três autores** no corpo do texto, seus sobrenomes na citação devem vir separados por vírgula e pela palavra “e”. Exemplo: Coutinho, Coutinho Neto e Assunção (2007).
7. No caso de **mais de três autores**, indica-se, apenas, o primeiro sobrenome, acrescentando-se a expressão et al. Exemplo: Coutinho Neto et al. (2008).
8. **Na lista das Referências**, cada trabalho referenciado de autores diferentes deve ser separado do seguinte por espaço duplo. A lista dos documentos pesquisados deve ser apresentada em ordem alfabética, não numerada, seguindo o sobrenome do autor principal, destacando em *itálico* o título do periódico (para artigos) ou o nome da obra (para capítulos de livro), como descrito no item Referências. Quando houver duas ou mais Referências do mesmo autor, a partir da segunda, esta deverá ser separada da anterior por espaço simples e uma linha de seis toques substituirá o nome do autor.
9. **As notas não bibliográficas** devem ser colocadas no rodapé, ordenadas por algarismos arábicos que deverão aparecer imediatamente após o segmento do texto ao qual se refere a nota.
10. **Figuras, Quadros e Tabelas**, com as respectivas Identificações/Fontes, deverão ser apresentadas/inseridas, após o parágrafo onde foram referenciadas e o mais próximo possível. São considerados como **Figuras**: desenhos, fotografias, gráficos, mapas e plantas. Independentemente, do tipo, sua identificação aparecerá na parte inferior, considerando a palavra **Figura**, seguida do número de ordem de ocorrência no texto, em algarismo arábico, e do texto que a identifique de forma breve e clara (Ex.: **Figura 1**. Rodovia de Pista simples.). A mesma regra se aplica para **Quadros**. Para Tabelas: a palavra **Tabela** e o texto que a identifique serão escritos acima, e receberão numeração consecutiva em algarismo arábico (Ex.: **Tabela 1**. A evolução da urbanização no Brasil.).
11. **Figuras** como, desenhos, fotografias, gráficos, mapas, plantas, Esquemas, Fluxogramas, Organogramas, Macrofluxos, Quadros e Tabelas, a critério do autor, podem ser editadas em coluna única, como forma de preservar a qualidade da imagem/informação.
12. **Siglas e Abreviaturas** devem ser evitadas, pois dificultam a leitura. Quando forem necessárias, as siglas ou as abreviaturas devem ser introduzidas entre parênteses, logo após o emprego do referido termo na Íntegra, quando do seu primeiro aparecimento no texto. Ex.: Região Metropolitana de Belém (RMB). Após a primeira alusão no texto, usar somente a sigla ou

abreviatura. Todas as abreviaturas em Tabelas ou Figuras deverão ser definidas em suas respectivas legendas.

13. **Referências** (NBR 6023 – Informação e Documentação – Referências – Elaboração / Ago. 2002) – devem conter todos os dados necessários para a devida identificação das obras e dispostas em ordem alfabética.
14. **Direitos Autorais** : Os artigos publicados na REVISTA ENGRENAGEM têm como proprietário dos direitos autorais o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – *Campus* Belém. Desta forma, a reprodução total dos artigos desta revista em outras publicações, ou para qualquer outra utilidade, está condicionada a autorização por escrito do Presidente do Conselho Editorial.