

REVISTA

SODEBRAS

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 8 - Nº 88 - Abril/ 2013
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO PRODUTO E AS INTER-RELAÇÕES COM O CICLO DE VIDA – Pâmela Teixeira Fernandes; Osiris Canciglieri Jr.	03
USO DA HISTÓRIA DA TRIGONOMETRIA COMO ELEMENTO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DAS FUNÇÕES SENO E COSSENO: UM ESTUDO DE CASO – Carlos Antonio De Souza; Eline Das Flores Victer; Jurema Rosa Lopes	11
REFLEXÕES SOBRE AS PROVAS DE MATEMÁTICA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO – ENEM – Márcio Deleprani; Haydéa Maria Marino De Sant’anna Reis; Abel Rodolfo García Lozano	18
PRIORIZAÇÃO NA EXECUÇÃO DE PROJETOS EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO UTILIZANDO UMA ABORGAGEM MULTICRITÉRIO – Ruy Gomes Da Silva; Maria Teresinha Arns Steiner	24
CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DA SUPERFÍCIE DE PASTILHAS DE METAL DURO TRATADAS POR MICROJATEAMENTO PARA ADERÊNCIA DE REVESTIMENTO PELO PROCESSO PVD – Aldembar De Andrade Sarmento; Clovis Velecico; Gilberto Walter Arenas Miranda; José Carlos Fortes Palau	30
TRADUÇÃO E LITERATURA: O ÍNDIO CARIPUNA EM MAD MARIA DE MÁRCIO SOUZA – Andréia Mendonça Dos Santos Lima; Dinalva Barbosa Da Silva; Neila Da Silva De Souza; Miguel Nenevé	35
MUDANÇA NO PROCESSO DE COLOCAÇÃO DE STOP LOGS NA BARRAGEM DE UMA UHE MINIMIZANDO O TEMPO E A QUANTIDADE NO RESGATE DE PEIXES DOS TUBOS DE SUÇÃO – Césare Barghetti Junior; Francisco José Grandinetti	41

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR – Jair Urbanetz Junior; Gerson Máximo Tiepolo; Renato Hideo Fusano; Eloy Fassi Casagrande Junior; Osiris Canciglieri Junior	46
ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE PALMITO DE PUPUNHEIRA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E TIPOS DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA CENTRAL, DURANTE 2008/2012 – Kaoru Yuyama; Elaine Cristian Sousa Coelho	50
REFLEXÕES SOBRE A INTRODUÇÃO DA TEORIA DOS GRAFOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA – Angelo Santos Siqueira; Eline Das Flores Victor; Abel Rodolfo Garcia Lozano; Hérica Miranda Viveiros	54
PREVALÊNCIA DE TRICHOMONAS VAGINALIS EM MULHERES ATENDIDAS NO SETOR DE GINECOLOGIA NA REGIÃO SUL DO BRASIL – Vanessa Dal Ben; Gabriel Klafke; Carla Vitola; Carlos Scaini; Fabiane Gatti	60

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



DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO PRODUTO E AS INTER-RELAÇÕES COM O CICLO DE VIDA

PÂMELA TEIXEIRA FERNANDES, OSÍRIS CANGIOLIERI JR.
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
pamelafernandes_di@hotmail.com; osiris.cangioli@pucpr.br

Resumo: O desenvolvimento integrado de produto (DIP) é um processo que atua estrategicamente entre as empresas e o mercado, identificando suas necessidades e transformando-as, através do trabalho de uma equipe multidisciplinar, em produtos desejados pelos consumidores. Este estudo apresenta através de uma pesquisa bibliográfica a análise das inter-relações existentes entre o processo de desenvolvimento e as fases do ciclo de vida dos produtos, observando como ocorrem as trocas de informações dessas etapas e identificando como essas informações podem auxiliar os designers no processo de desenvolvimento de produtos orientados para a sustentabilidade. O objetivo é apresentar uma visão global do DIP e propor o uso de ferramentas Design for Environment (DFE) em cada etapa do desenvolvimento para otimizar o processo de concepção de produtos sustentáveis.

Palavras-chaves: Desenvolvimento integrado de produtos. Ciclo de vida de produtos. Design sustentável. Ferramentas DFE.

I. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de produtos atua estrategicamente entre a empresa e o mercado, antecipando as necessidades do mercado e dos clientes em todas as fases do ciclo de vida do produto, identificando as possibilidades tecnológicas e desenvolvendo soluções através de produtos e/ou serviços que atendam as expectativas do mercado em termos de qualidade total do produto em um curto espaço de tempo e a um custo competitivo (ROZENFELD *et al.*, 2006).

O Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) surgiu na década de 90 a partir das abordagens da Engenharia Simultânea, Modelo de Funil e *Stage Gate*, e conta hoje com novas perspectivas como: *Lean*, *Design for Six Sigma*, Modelos de Maturidade e Gerenciamento do Ciclo de Vida dos Produtos. A grande vantagem competitiva originada com DIP está na maior capacidade de projetar e produzir uma maior variedade de produtos atingindo rapidamente diferentes segmentos de mercado. A sua principal característica está relacionada ao estímulo à participação das áreas envolvidas em todas as fases do projeto de desenvolvimento, com enfoque principal nas etapas iniciais do processo, onde é fundamental que haja consenso sobre parâmetros básicos de projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Neste contexto, do ponto de vista do *designer*, o importante é que as características do produto estejam alinhadas à estratégia macro da empresa, ou seja, atendam as necessidades do público-alvo selecionado, adicionando ao produto características conceituais e estético-funcionais de acordo com o tipo de investimento tecnológico e monetário definido pela alta administração.

Embora o papel do *designer* esteja intimamente relacionado ao processo criativo, o conhecimento sobre os clientes do produto (fornecedores, vendedores, consumidores, técnicos de assistência técnica, etc.) é fundamental para atender aos requisitos de todas as pessoas que estarão envolvidas ao longo do seu ciclo de vida. As opções de *design*, especialmente as decisões tomadas durante a fase inicial do projeto, são responsáveis por até 70% do custo do produto (incluindo o consumo de materiais e de recursos comprometidos), o que de acordo com Ramani *et al.* (2010) também é um resultado sobre os impactos ambientais do ciclo de vida dos produtos.

Todos os produtos têm algum impacto sobre o meio ambiente em alguns ou em todos os estágios de seu ciclo de vida.

Devanathan *et al.* (2010) argumentam que devido às complexidades associadas ao ciclo de vida dos produtos, a incorporação de requisitos de sustentabilidade nos projetos requer a utilização de ferramentas adicionais. Essas ferramentas, geralmente, não são bem integradas nos métodos tradicionais de *design* e isso tem limitado a sua utilização dentro do setor industrial. O objetivo deste artigo é apresentar a inter-relação existente entre as etapas do desenvolvimento dos produtos e as fases do seu ciclo de vida, identificando as informações a serem consideradas pelos *designers* durante o processo criativo e indicando o uso de ferramentas auxiliares para a concepção de produtos orientados para a sustentabilidade.

II. CICLO DE VIDA DO PRODUTO

O conceito de ciclo de vida do produto pode apresentar diferentes perspectivas para seu significado nas diversas áreas do conhecimento envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos. A abordagem deste estudo considera a relação de trocas (*inputs* e *outputs*) entre o ambiente e o conjunto de atividades e processos que acompanham o produto desde o seu nascimento até o seu descarte. Neste sentido, uma das visões mais recentes utilizadas na literatura está ligada ao amadurecimento do conceito '*cradle-to-grave*', visão do berço ao túmulo, para o novo conceito do chamado '*cradle-to-cradle*', visão do berço ao berço, também conhecida por logística reversa (Figura 1), que implica na concepção do produto considerando as necessidades e os recursos naturais locais (GUIMARÃES, 2012).

Do ponto de vista do *design*, McDonough e Braungart, (2002 *apud* GUIMARÃES, 2012) argumentam que o sistema '*cradle-to-cradle*' apresenta um metabolismo e um fluxo de nutrientes altamente eficiente, onde o conceito de resíduo não existem. Para os autores "isso significa que os nutrientes valiosos contidos nos materiais, moldam e

determinam o *design*: a forma segue a evolução, não apenas a função”. Sob essa perspectiva o conceito dos produtos adota uma visão macro do projeto, sendo concebidos para serem utilizados por mais pessoas, estendendo seu tempo de vida tanto quanto possível e sendo projetados para reassumir outra forma ou outra função como um novo produto ou serviço, uma vez que em algum momento de sua vida ele irá tornar-se obsoleto (tecnicamente ou esteticamente). Quanto mais este ciclo se repete, mais ‘verde’ é o projeto. Essa abordagem permite avaliar os impactos associados ao produto e definir as estratégias para redução desses impactos e em que fases devem ser tomadas (GUIMARÃES, 2012; MANZINI e VEZZOLI, 2002; MARX *et al.*, 2010; ROMEIRO FILHO, 2010).

Para um melhor gerenciamento e planejamento das atividades de projeto, o ciclo de vida dos produtos apresenta seus processos agrupados em cinco diferentes fases: pré-produção, produção, distribuição, utilização e descarte.

A. Pré-produção

A pré-produção corresponde as duas primeiras fases do ciclo, a obtenção da matéria-prima e o desenvolvimento do produto. A etapa referente à obtenção da matéria-prima está diretamente relacionada à produção dos materiais, isto é, a transformação das matérias brutas em materiais semielaborados que serão utilizados para a produção de componentes e/ou matérias provenientes do refugo dos processos e do descarte das atividades de consumo (reciclagem) (MANZINI e VEZZOLI, 2002). A etapa do Desenvolvimento do Produto será discutida mais a frente devido à importância desta etapa para este estudo.

B. Produção

Esta é a fase em que o mercado toma conhecimento do produto. A produção apresenta três atividades fundamentais: a transformação dos materiais – que corresponde à produção em si, a montagem das partes e componentes dos produtos e os processos de acabamento, como a pintura (MANZINI e VEZZOLI, 2002). Nesta fase deve-se ficar atento aos desperdícios do processo produtivo. Conforme Abrantes (2006) no Brasil os valores de materiais e insumos perdidos

na produção, são elevados, podendo chegar a 40% da água utilizada e 30% da energia elétrica consumida.

C. Distribuição

A etapa da distribuição é composta por três fatores principais: a embalagem do produto, o armazenamento e o transporte. Após o produto ser acabado, ele recebe a embalagem para garantir a sua qualidade e integridade até chegar ao consumidor final. A embalagem também pode apresentar a função adicional de comunicação com o usuário em certas categorias de produtos, como ocorre com os alimentos e cosméticos. Variações na embalagem, tanto de função quanto de tamanho, podem exigir do processo uma embalagem extra, ou seja, outro sistema de armazenamento para o produto já embalado, seja para garantir sua proteção ou para facilitar o manuseio durante o transporte (ex. embalagens tipo fardos). A armazenagem dos produtos também requer atenção no sistema do ciclo de vida, uma vez que pode exigir estruturas para a estocagem dos produtos. O sistema de transporte pode ser realizado por vários meios (caminhão, trem, navio, etc.) para um local intermediário ou diretamente para aquele onde vai ser utilizado. O importante para o planejamento do ciclo de vida do produto é analisar esta etapa para cada produto individualmente, uma vez que esse sistema pode variar amplamente (MANZINI e VEZZOLI, 2002; MANUAL, 1997).

D. Utilização

A etapa de utilização corresponde ao uso ou consumo do produto e os serviços relacionados a ele. A utilização dos produtos pode necessitar de recursos materiais ou energéticos para o seu funcionamento, assim como atividades de serviços de reparo e manutenção, produzindo resíduos e refugos. Segundo Manzini e Vezzoli (2002) os produtos podem ser divididos em quatro categorias de uso:

- I. Bens consumíveis, como os alimentos, produtos de limpeza e higiene, medicamentos, pesticidas, velas, etc;
- II. Bens monouso, produtos de consumo único ou rápido que podem ser reutilizados ou reciclados, como jornal, barbeador, escova de dentes, caneta, etc.;

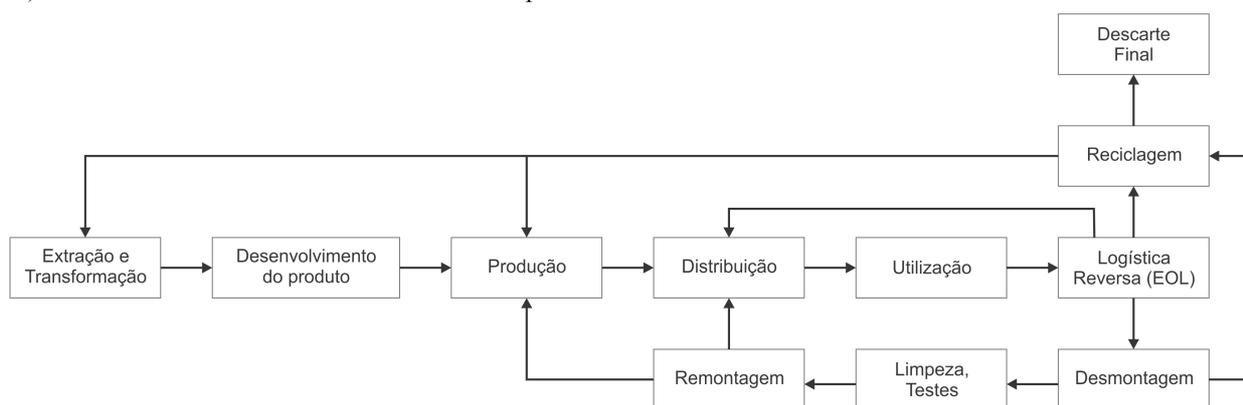


Figura 1. Ciclo de Vida do Produto, abordagem da logística reversa ou ‘cradle-to-cradle’.
Fonte: Adaptado de Romeiro Filho (2010).

- III. Bens multiuso não consumidores, produtos duráveis que consomem pouco ou nenhum recurso (material ou energético) durante o uso e a manutenção, como móveis, objetos de utilidades domésticas, produtos decorativos, bicicleta, etc.;
- IV. Bens multiuso consumidores, produtos duráveis que consomem recurso (material ou energético) durante o uso e a manutenção, como eletroeletrônicos, eletrodomésticos, linha branca, automóveis, etc.

A etapa de utilização também corresponde à fase onde o consumidor adquire o produto, onde o processo de decisão de compra entra em atividade.

E. Descarte

A etapa do descarte pode seguir três caminhos distintos: a reutilização, a reciclagem e a disposição final. O processo da reutilização corresponde à recuperação do produto ou partes de seus componentes, que podem ser reutilizados para a mesma função ou para uma nova função. Neste caso, o produto ou suas partes podem ainda ser remanufaturados, ou seja, submeter-se a uma série de processos que permitam a sua reutilização como se fosse um produto novo (MANZINI e VEZZOLI, 2002). As características principais dos produtos que facilitam a capacidade de reutilização foram sintetizadas por Roche (2005) como: usam um número mínimo de componentes, fácil de limpar, *design* modular, fácil de desmontar, considera a redução do desgaste dos componentes, considera corrosão, minimização de materiais perigosos e a facilitação de remoção de partes ou componentes.

O processo de reciclagem corresponde à transformação dos materiais de um produto em novos materiais factíveis à fabricação de outros produtos. Este processo pode gerar, em alguns casos, materiais de qualidades físicas e estéticas inferiores. Características de produtos que melhoram a reciclabilidade incluem: minimização da variedade de materiais, minimização de componentes, maximização da compatibilidade dos materiais, minimização do uso de materiais perigosos, uso de materiais recicláveis, especificação do conteúdo reciclado, identificação dos materiais e a facilidade de desmontagem. A compostagem e a incineração também podem ser consideradas um processo de reciclagem, no primeiro caso, por exemplo, transformando em adubo orgânico resíduo proveniente de alimentos; no segundo, transformando em energia, através do processo de queima, materiais que não podem mais ser recuperados. Por fim, considera-se a disposição final o que não é mais usado e é destinado a ser despejado em lixos urbanos (essa alternativa, embora seja a realidade de muitos países, é a menos desejável). O processo de descarte, independente do caminho que seguirá, deve prever os processos de separação e transporte dos materiais (MANZINI e VEZZOLI, 2002; ROCHE, 2005).

III. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A Análise do Ciclo de Vida, conhecida como *Life cycle assessment* (LCA) é uma das técnicas utilizadas mais reconhecida para a avaliação sistemática do desempenho ambiental de um produto durante o seu ciclo de vida. A norma ISO14040 define a LCA como “uma técnica para avaliar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto por: compilar o inventário de

inputs e *outputs* relevantes de um sistema, avaliar os potenciais impactos ambientais associados a esses *inputs* e *outputs* e interpretar os resultados do inventário e as fases de impacto em relação aos objetivos do estudo” (HEIJUNGS *et al.*, 2010; MANZINI e VEZZOLI, 2002; ROCHE, 2005).

Existem muitas ferramentas desenvolvidas para suportar os diferentes tipos de abordagens LCA, entretanto, muitos desses métodos são criticados pelos estudiosos, pois necessitam de um grande número de informações e tornam-se sistemas altamente custosos para as empresas, além de não darem suporte a fase de concepção (projeto conceitual) e as estratégias de melhoria dos projetos. Assim, o uso dessa ferramenta acaba limitando-se a análise de um produto já existente, onde abordagens inovadoras não são suportadas (RITZÉN, 2000; BAXTER, 2011). De acordo com Manzini e Vezzoli (2002) os principais problemas da aplicação de LCA nas primeiras etapas de um projeto estão relacionados ao tipo de dados disponível e a dinâmica dos processos iniciais.

Durante a atividade de *design* muitas ideias e alternativas são desenvolvidas e as suas avaliações devem ser feitas rapidamente, o que pode não ser tempo suficiente para promover uma LCA. Além disso, a ideia sobre um produto ainda não é um produto, e podem não existir dados quantitativos precisos para a correta realização da LCA.

Embora a aplicação prática da LCA seja contestada por alguns autores, a utilização dos conceitos dessa metodologia pode auxiliar os *designers* a direcionar a concepção dos projetos de produtos para uma visão mais ampla do *triple bottom line*, conceito onde a sustentabilidade busca alcançar o equilíbrio entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos (GUIMARÃES, 2012; MELLE et al., 2011).

Os objetivos gerais da LCA são dirigidos aos impactos ambientais no âmbito da saúde ecológica, saúde humana e esgotamento de recursos. Segundo Manzini e Vezzoli (2002) podem ser definidos como:

- Definir da forma mais completa possível as interações existentes entre uma atividade e o ambiente.
- Contribuir para a compreensão da complexidade e das consequências ambientais dessa atividade.
- Fornecer, a quem têm o poder de decisão, as informações que definem os efeitos das ações no ambiente das atividades e que propõem oportunidades de melhoramento das condições ambientais.

Baxter (2011) argumenta que a LCA pode ser considerada uma técnica analítica mais abrangente para explorar oportunidades de refinar e aperfeiçoar o projeto de produtos. A perspectiva sobre o ciclo de vida completo do produto permite mais do que apenas analisar aspectos ambientais, todas as oportunidades de melhoria para o produto, incluindo custos, valores para o consumidor, eficiência produtiva e facilidade no transporte devem ser também consideradas. O autor descreve três princípios gerais para a análise do ciclo de vida:

- 1) Deve-se fazer uma descrição completa do ciclo de vida do produto. Os produtos apresentam características nos processos do seu ciclo de vida que variam de acordo com suas especificações e estratégias. É importante identificar todas as características de cada uma de suas etapas, como por exemplo, a matéria-prima, os componentes e o tipo de energia usada no processo de fabricação, assim como os requisitos das etapas de

armazenamento, distribuição, vendas, utilização, até o seu descarte final.

- 2) Cada etapa do processo deve ser analisada para identificar os objetivos do ciclo de vida do produto e atribuir custos e valores aos mesmos.
- 3) Por fim, são identificadas as oportunidades de melhoria, tanto do ponto de vista ambiental quanto do projeto como um todo.

Roche (2005) e Tingström *et al.* (2006) afirmam que para se reduzir os encargos ambientais dos produtos é necessário que as ferramentas e métodos LCA sejam desenvolvidos para a integração no processo de concepção, auxiliando os *designers* e as equipes envolvidas com o desenvolvimento do produto a identificar o desperdício direto de recursos e indiretamente associada ao ciclo de vida do produto.

IV. FERRAMENTAS *DESIGN FOR X*

Na literatura podem ser encontradas mais de 300 ferramentas diferentes e outros suportes disponíveis para avaliar e melhorar o desempenho ambiental dos produtos, variando de listas de verificação de fácil utilização a ferramentas complexas de LCA. Segundo Tingström *et al.* (2006) estes tipos de ferramentas devem ser consideradas como um auxiliar no desenvolvimento de produtos e nos processos de gestão. Kishita *et al.* (2010) afirmam que a grande abordagem e os diferentes focos e complexidade dessas ferramentas tornam difícil para os *designers* a escolha de quando e qual ferramenta utilizar.

As ferramentas DFX (*Design for X*) podem ser definidas pelo objetivo e resultado de suas aplicações, otimizando os ajustes entre o projeto do produto e os sistemas específicos de todas as fases da sua vida. Podem ser empregadas em diferentes estágios do processo de desenvolvimento do produto para facilitar o melhoramento contínuo e as soluções de engenharia. De acordo com Morup (1994, *apud* van Hemel e Keldmann, 1996) as ferramentas DFX podem ser divididas em dois grupos, relacionado à sua característica de melhoramento específica:

- DFX_{virtue} se o produto é otimizado de acordo com uma certa virtude em todas as suas fases, como DFC (*Design para Custo*) e DFQ (*Design para Qualidade*), e;
- DFX_{lifephase} se o produto é otimizado em alguma fase específica de sua vida, como DFM (*Design para Manufatura*) e DFA (*Design para Montagem*).

A abordagem do DFE (*Design for Environment*) é uma das práticas mais citadas para lidar com problemas ambientais gerados pelos produtos. DFE e *Ecodesign* são conceitos que aparecem com frequência e, muitas vezes são

usados alternadamente na literatura. Segundo Ritzén (2000) DFE é mais frequentemente usado para abordagens concretas, como ferramenta de desenvolvimento e aplicação, enquanto *ecodesign* é mais empregado para se referir a uma visão abrangente sobre a integração dos aspectos ambientais nas atividades de desenvolvimento de produtos. Olesen *et al.* (1996, *apud* Ritzén, 2000) definem DFE como: “uma ferramenta de desenvolvimento de produtos que inclui técnicas e procedimentos para relatar, diagnosticar, definir metas, focar, encontrar uma solução e verificar uma análise ambiental”. Em outras palavras, o DFE tem como objetivo minimizar o impacto ambiental dos produtos e endereça suas preocupações a todos os estágios do desenvolvimento – produção, transporte, utilização, manutenção e fim de vida (van HEMEL e KELDMANN, 1996; GUIMARÃES, 2012).

Van Hemel e Keldmann (1996) consideram essa abordagem como um novo DFX_{virtue}, uma vez que sua utilização deve ser incorporada nos processos gerais do desenvolvimento de produtos, tanto a nível estratégico quanto operacional. Essa característica deu origem a outros DFX_{lifephase}, como *Design for Recycling* e *Design for Disassembly*.

Se considerarmos do ponto de vista do *design*, o uso das ferramentas DFE pode ser associado às características das etapas do ciclo de vida, fornecendo requisitos de projeto que deverão ser inseridos nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento dos produtos.

V. INTER-RELAÇÕES NO CICLO DE VIDA

Como vimos até o momento, o processo de desenvolvimento de produtos é uma atividade complexa que exige do *designer* o conhecimento de todo o sistema que engloba o ciclo de vida do produto, desde as estratégias planejadas pela equipe de *marketing* até os processos de produção desenvolvidos pelas equipes de engenharia.

Devanathan *et al.* (2010) afirmam que os impactos ambientais de um produto ao longo de seu ciclo de vida pode ser pensado como um conjunto de novas restrições ou objetivos de projeto. Portanto, é fundamental ter relacionamentos ou mapeamentos desenvolvidos entre as funções, comportamentos e estruturas do produto e seus impactos ao longo da sua vida.

A Figura 2 apresentada a seguir, demonstra como ocorre o fluxo natural do ciclo de vida dos produtos e o fluxo de transferência de informações das fases do ciclo para as etapas do processo de desenvolvimento dos produtos. O modelo de processo de desenvolvimento de produto adotado para este estudo é o proposto por Rozenfeld *et al.* (2006).

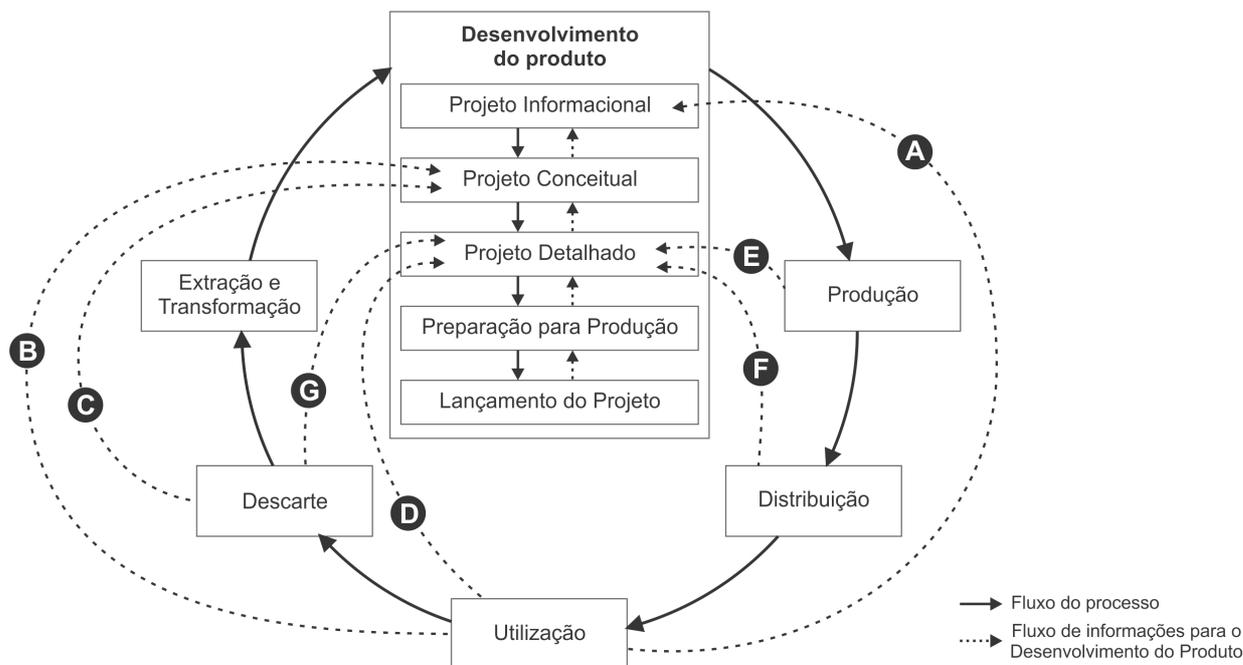


Figura 2. Processo de desenvolvimento do produto e suas inter-relações no ciclo de vida.
Fonte: o autor.

Relações do Fluxo das Informações do Ciclo de Vida para o Desenvolvimento de Produtos

Relação A - Projeto Informacional e Utilização: O projeto informacional é responsável pelo desenvolvimento do planejamento do produto. As definições dessa etapa são baseadas nas informações levantadas pela equipe de *marketing*. Neste momento, a oportunidade de projeto é amplamente discutida e mudanças, alterações ou cancelamentos não acarretam problemas tão impactantes. O objetivo desta fase é estabelecer as especificações do projeto, analisando todos os requisitos considerados importantes pelos consumidores e que influenciam a decisão de compra, como as características estéticas, físicas e funcionais, a qualidade, a durabilidade, o custo, assim como a análise dos concorrentes do mercado e a de estratégia de fim de vida do produto (BAXTER, 2011; CORAL *et al.*, 2008; EL MARGHANI, 2011; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Relação B - Projeto Conceitual e Utilização: Na atividade de projeto conceitual o *designer* busca a transformação das informações geradas na etapa anterior em características do produto a ser desenvolvido. Segundo Julián e Albarracín (2010) a sequência criativa é um fator fundamental no processo criativo do *designer*. Durante o projeto conceitual, o pensamento e o desenho encontram-se intimamente ligados incentivando o desenvolvimento de novas ideias e descrevendo o desenvolvimento de um conceito através da representação visual. Nesta etapa, utilizando desenhos rápidos, o *designer* testa as possibilidades de formas, cores e materiais que começam a esboçar o novo produto em desenvolvimento. Segundo Baxter (2011) a análise da tarefa e a análise da função são duas técnicas usadas no processo de geração de alternativas que podem auxiliar a construção de soluções, uma vez que

analisam a interação entre o produto e o usuário e identificam aspectos relacionados ao processo de utilização do produto e de como o usuário percebe e avalia o desempenho dessas funções.

Relação C - Projeto Conceitual e Descarte: As alternativas geradas são apresentadas já com algumas características físicas técnicas, como os materiais a serem utilizados (ou sugestões), algumas dimensões principais, tipos de acabamento (texturas, pinturas), entre outros. Essas determinações acompanharão o produto por toda a sua vida e terão um impacto direto nas questões relacionadas à estética, funcionalidade, qualidade, durabilidade, eficiência, modo de produção, descarte, entre outros; ou seja, as decisões tomadas no projeto conceitual serão responsáveis pelos impactos que o produto causará ao longo de sua vida. Para que esses impactos sejam reduzidos é necessário que a estratégia desenvolvida para o fim da vida do produto – pós-utilização – seja estabelecida no projeto informacional e apresente-se como um requisito do produto no projeto conceitual (BAXTER, 2011; CORAL *et al.*, 2008; EL MARGHANI, 2011; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Relações com o Projeto Detalhado: O projeto detalhado passa a ser desenvolvido após a seleção de uma das alternativas geradas na fase do projeto conceitual e tem como objetivo estabelecer o plano de produção do produto. Nesta fase as informações do projeto conceitual são transformadas em informações técnicas para a produção industrial. A proposta a ser desenvolvida já possui as formas e materiais definidos, os desenhos gerados aqui devem focar tecnicamente na estrutura física do produto – dimensões, pontos de encaixe, composição das peças, e outras especificações técnicas (BAXTER, 2011; EL MARGHANI, 2011; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Relação D – Utilização: Todo e qualquer produto tem como objetivo a utilização pelo consumidor. Para que esta tarefa seja atingida com o mais alto índice de satisfação, muitas devem ser as considerações durante o projeto detalhado. Embora as características responsáveis pela decisão de compra tenham sido já estabelecidas pelas etapas anteriores – projeto informacional e conceitual – detalhes técnicos como aspectos ergonômicos, estudo de análise da tarefa (quais serão as formas que o usuário utilizará o produto, ex. em pé, sentado, com uma ou duas mãos), aspectos básicos de manutenção (ex. limpeza, troca de pilha), tipo de exposição do produto (ex. sol, calor, chuva, umidade, produtos corrosivos), entre outros, devem ser analisados e as especificações do produto devem estar de acordo com esses requisitos (BAXTER, 2011; LÖBACH, 2001).

Relação E – Produção: A etapa Produção deve ser considerada durante a execução do projeto detalhado sob dois aspectos, o material que irá compor a peça e o seu processo de fabricação. Nesta etapa todos os detalhes devem ser analisados e projetados atentamente, buscando como resultado um processo produtivo eficiente, rápido, com os parâmetros de qualidade definidos e que estejam de acordo com a estratégia de descarte estabelecida, isto é, conforme o planejamento para manutenção e remanufatura ou reciclagem (EL MARGHANI, 2011; ROZENFELD *et al.*, 2006).

Relação F – Distribuição: A distribuição é uma etapa que influencia diretamente os custos e a garantia de qualidade do produto. Para garantir uma maior eficiência desta fase, durante o projeto detalhado já podem ser estabelecidas os parâmetros relacionados ao tipo de embalagem que o produto será transportado. Essa relação entre produto e embalagem é muito específica, em alguns casos, como o de eletrônicos, o produto é entregue montado ao consumidor, sendo sua embalagem a principal responsável pela garantia da sua integridade; para outros, como mobiliários, a embalagem e o produto podem ser desenvolvidos quase como uma peça única, uma vez que o planejamento do produto também deve considerar suas partes separadamente e o transporte seguro das mesmas. (MANUAL, 1997; MANZINI e VEZZOLI, 2002; ROZENFELD *et al.*, 2006; EL MARGHANI, 2011).

Relação G – Descarte: A estratégia de descarte do produto é fundamental para assegurar o seu melhor desempenho de fim de vida. Alguns tipos de produto podem ter sua definição de fim de vida já no projeto informacional, outros precisarão de dados mais técnicos para a sua definição. A estratégia de descarte deve ser desenvolvida nas primeiras etapas do processo de desenvolvimento do produto não podendo exceder a etapa do projeto detalhado, uma vez que após o produto entrar em produção o custo das ações reparadoras crescem exponencialmente (ROZENFELD *et al.*, 2006). Existem basicamente três possibilidades de descarte (podendo também haver a combinação entre elas): a reciclagem, a reutilização (que inclui a remanufatura) e a disposição final. A seleção do tipo de descarte pode ser definida tanto pela estratégia do produto quanto pelo tipo de produto desenvolvido. Por

exemplo, uma empresa de bebidas pode optar pela reutilização de sua embalagem se ela for composta por vidro, mas não pode optar pela reutilização se a embalagem for composta por PET (poli tereftalato de etila). A definição do tipo de descarte poderá influenciar as características técnicas do produto através de diversos parâmetros, como: a estrutura física do produto (se permite manutenção, atualização ou reparos), os materiais que irão compor o produto e o tipo de combinação desses materiais (ex. encaixe, dupla injeção, etc.), o tempo de vida útil do produto, o tipo de embalagem, entre outros.

A utilização de Ferramentas DFX no Desenvolvimento dos Produtos

Conforme exposto na Figura 2, o desenvolvimento de produtos deve estabelecer uma inter-relação com as fases posteriores do seu ciclo para assegurar o melhor desempenho ambiental do projeto. Para tal, a utilização das ferramentas DFE podem auxiliar os *designers* a inserir os requisitos sustentáveis necessários no início do desenvolvimento dos projetos.

Na etapa do Projeto Informacional se tem uma relação direta com as informações da fase de Utilização do produto. Se considerarmos que o Projeto Informacional tem como objetivo a obtenção de informações para o planejamento do produto e não para o desenvolvimento de uma parte física do projeto, o uso do conceito geral de DFE pode gerar um resultado mais efetivo. Como definido por Olesen *et al.* (1996, apud Ritzén, 2000) DFE é “uma ferramenta de desenvolvimento de produtos que inclui técnicas e procedimentos para relatar, diagnosticar, definir metas, focar, encontrar uma solução e verificar uma análise ambiental”, ou seja, nesta fase busca-se coletar as informações e analisar as atividades dos usuários com os produtos, considerando a sua utilização completa (uso, manutenção, limpeza, etc.) e a forma como o produto será descartado.

Na atividade de Projeto Conceitual o *designer* deverá transformar as informações do Projeto Informacional em características do produto a fim de deixá-lo desejável pelo consumidor. Nessa fase, as definições de projeto são apresentadas sob a forma de especificações ‘básicas’, como o tipo de material e acabamento desejado e algumas medidas ergonômicas. Embora nenhuma definição técnica seja detalhada profundamente, a avaliação do processo de utilização e o planejamento do descarte podem ser decisivos para as orientações de sustentabilidade do projeto. Essas relações do Projeto Conceitual podem ser beneficiadas pela utilização de ferramentas que orientem para o uso adequado dos produtos e as estratégias de fim de vida planejadas, podendo ser:

- *Design for Disassembly* (*design* para desmontagem), técnica onde o desenvolvimento do projeto deve considerar a separação dos diferentes materiais e componentes do produto a fim de facilitar a recuperação dos materiais e agilizar esse processo (RAMANI *et al.*, 2011).
- *Design for Recyclability* (*design* para a reciclagem), técnica que prevê a não combinação de materiais incompatíveis ou que produzam emissões tóxicas no

processo de transformação e também a utilização de materiais biodegradáveis (RAMANI *et al.*, 2011).

- *Design for Reuse/Remanufacturing* (*design* para reutilização ou remanufatura), técnica que prevê a reutilização rentável de um produto. Considerações como montagem, desmontagem, testes, reparos, limpezas, substituições de partes/componentes fazem parte dessa abordagem. Estudos têm enfatizado conceitos como a concepção modular, plataforma de *design*, projeto para *upgradability* e *design* para a adaptabilidade para tornar os produtos com tais características (RAMANI *et al.*, 2011; SIMPSON, 2004; UMEDA *et al.*, 2000).

Na etapa do Projeto Detalhado as informações do Projeto Conceitual são transformadas em informações técnicas para a produção industrial. Esta atividade apresenta um maior envolvimento com as etapas posteriores do ciclo de vida do produto, uma vez que aqui as definições técnicas serão finalizadas.

A relação do Projeto Detalhado com a Utilização está ligada ao processo de utilização do produto e também a sua exposição para a venda. As ferramentas DFE para esta relação apresentarão benefícios nos aspectos de manutenção do produto, como limpeza, substituição de partes ou componentes (ex. pilhas). Para tal, as indicações de *Design for Remanufacturing* podem ser utilizadas.

A relação do Projeto Detalhado com a Produção diz respeito aos materiais que irão compor o produto ou suas partes e os processos de fabricação. Aqui as ferramentas que podem auxiliar os *designers* são: DFM (*Design for Manufacturing*) e DFA (*Design for Assembly*). Essas duas abordagens costumam aparecer juntas (DFMA) e são focadas nos processos de manufatura e montagem dos produtos. Isto é, o projeto deve planejar suas formas para minimizar os processos de fabricação (que também serão ditados pelos materiais) e os processos de montagem do produto, que devem ser simplificados ao máximo e também planejados para as considerações de descarte, ou seja, planejados para a desmontagem e/ou manutenção.

A relação do Projeto Detalhado com a Distribuição está ligada a embalagem e transporte dos produtos. As principais considerações DFE nesta relação podem ser vistas como a redução do tamanho das embalagens para a otimização do transporte. Essa característica está diretamente ligada ao processo de montagem dos produtos, visto que, em muitas situações os consumidores adquirem produtos que só serão montados após a compra. Nem todos os produtos permitem a utilização da abordagem *Design for Assembly*, mas cabe ao *designer* planejar soluções que otimizem ao máximo o transporte.

Na relação do Projeto Detalhado com o Descarte, como a estratégia de fim de vida já deve ter sido definida nas fases do Projeto Informacional e do Projeto Conceitual, o uso de ferramentas DFE não apresenta nenhuma recomendação específica, visto que, já devem ter sido utilizadas nas fases anteriores ao descarte e devem estar em sintonia com a estratégia de descarte planejada para o produto.

V. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de produtos envolve muitas atividades que devem ser realizadas em conjunto e de forma integrada pelas equipes de especialistas, garantindo que as diferentes perspectivas sobre o produto atuem de maneira complementar, aumentando a produtividade, a qualidade dos produtos e a rapidez das respostas às exigências dos consumidores (ROZENFELD *et al.*, 2006, TINGSTRÖM *et al.*, 2006).

O desenvolvimento de produtos sustentáveis exige do *designer* um trabalho simultâneo com a equipe de projeto e o conhecimento de todos os processos envolvidos no ciclo de vida dos produtos. Contudo, a principal atividade do *designer* é converter as informações obtidas pelas equipes de marketing em produtos atraentes e desejáveis pelos consumidores que possam ser produzidos com qualidade, gerando competitividade e lucro para as empresas e que atendam as exigências do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Bovea e Pérez-Belis (2012) os impactos ocasionados pelos produtos ao longo da sua vida devem ser contrabalançado com outros fatores, como a função do produto, o desempenho, a segurança e a saúde, o custo, o mercado, a qualidade e requisitos legais e regulamentares. Segundo os autores, três fatores principais podem ser definidos como características necessárias para a otimização do processo de concepção de produtos sustentáveis:

- 1) A integração precoce de aspectos ambientais no processo de desenvolvimento dos produtos, uma vez que este oferece a flexibilidade necessária para realizar mudanças e incorporar melhorias antes que as decisões técnicas mais importantes já tenham sido feitas;
- 2) Abordagem de ciclo de vida, que leva em conta a forma como o produto pode afetar o meio ambiente em suas diferentes fases, e;
- 3) A abordagem de multicritérios, que simultaneamente consideram todos os requisitos tradicionais que afetam o produto juntamente com os aspectos relevantes do seu ciclo de vida.

Esse *mix* de informações nem sempre fazem parte do escopo de conhecimento técnico do *designer*, por isso, o uso de ferramentas DFX podem ser grandes aliadas no desenvolvimento de produtos orientados para a sustentabilidade. De modo geral, sob a perspectiva do *design*, o importante é diminuir os *inputs* e *outputs* dos produtos focando principalmente no planejamento para o seu fim de vida. É fundamental que o projeto seja executado considerando os requisitos ambientais em todas as fases de sua vida, isso deve incluir principalmente as inter-relações com o Projeto Conceitual e o Projeto Detalhado, assegurando o melhor desempenho através da utilização de ferramentas DFX.

VII. REFERÊNCIAS

ABRANTES, José. Ciclo de vida de um produto: considerações mercadológicas, da produção e de conservação do meio ambiente. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET), Rezende, Rio de Janeiro, 2006.

- BAXTER, Mike. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BOVEA, M. D.; PÉREZ-BELIS, V. *A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process*. **Journal of Cleaner Production**, v.20, n.1, p.61-71, 2012.
- CORAL, Eliza; OGLIARI, André; ABREU, Aline França de. Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Atlas, 2008.
- DEVANATHAN, Srikanth; RAMANUJAN, Devarajan; BERNSTEIN, William Z.; ZHAO, Fu; RAMANI, Karthik. *Integration of Sustainability Into Early Design Through the Function Impact Matrix*. **Journal of Mechanical Design**, v.132, Agosto, 2010.
- EL MARGHANI, Viviane G. R. Modelo de Processo de Design. São Paulo: Blücher Acadêmico, 2011.
- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. *Sociotechnical design for a sustainable world*. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v.13, n.2, 2012.
- JULIÁN, Fernando; ALBARRACÍN, Jesús. Desenho para designers industriais. 2. ed. Lisboa: Estampa, 2010.
- HEIJUNGS, Reinout; HUPPES, Gjalt; GUINÉE, Jeroen B. *Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies . Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis*. **Polymer Degradation and Stability**, v.95, 2010.
- KISHITA, Yusuke; LOW, Bi Hong; FUKUSHIGE, Shinichi; UMEDA, Yasushi; SUZUKI, Atsushi; KAWABE, Takao. *Checklist-Based Assessment Methodology for Sustainable Design*. **Journal of Mechanical Design**, v.132, Setembro, 2010.
- LÖBACH, Bernd. *Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais*. 1. ed. São Paulo: E. Blücher, 2001.
- MARX, Ângela Maria; PAULA, Istefani Carísio de; SUM, Fabiane. *Sustainable consumption in Brazil: Identification of preliminary requirements to guide product development and the definition of public policies*. **Natural Resources Forum**, v.34, 2010.
- MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: EDUSP, 2002.
- MANUAL de gestão de design. Porto: Centro Português de Design, 1997.
- MELLES, G., VERE, I. D.; MISIC, V. *Socially responsible design : thinking beyond the triple bottom line to socially responsive and sustainable product design*. **CoDesign**, 2011.
- RAMANI, Karthik; RAMANUJAN, Devarajan; BERNSTEIN, William Z.; ZHAO, Fu; SUTHERLAND, John; HANDWERKER, Carol; CHOI, Jun-Ki; KIM, Harrison; THURSTON, Deborah. *Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review*. **Journal of Mechanical Design**, v.132, 2010.
- RITZÉN, Sofia. *Integrating Environmental Aspects into Product Development – Proactive Measures*. *Doctoral Thesis, Department of Machine Design Integrated Product Development division Royal Institute of Technology SE-100 44 Stockholm*. Suécia, 2000.
- ROCHE, Thomas. *The design for environmental compliance workbench tool*. In: *Product Engineering: Eco-Design, Technologies and Green Energy*. Talaba, Doru; Roche, Thomas. Springer Verlag NY, 2005.
- ROMEIRO FILHO, Eduardo. Projeto do produto. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- ROZENFELD, Henrique; et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SIMPSON, Timothy W. *Product platform design and customization: Status and promise*. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.18, 2004.
- TINGSTRÖM, Johan; SWANSTRÖMB, Lennart; KARLSSON, Reine. *Sustainability management in product development projects e the ABB experience*. **Journal of Cleaner Production**, v.14, 2006.
- UMEDA, Yasushi; NONOMURA, Akira; TOMIYAMA, Tetsuo. *Study on life-cycle design for the post mass production paradigm*. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, v.14, 2000.

VIII. COPYRIGHT

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



USO DA HISTÓRIA DA TRIGONOMETRIA COMO ELEMENTO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DAS FUNÇÕES SENO E COSSENO: UM ESTUDO DE CASO

CARLOS ANTONIO DE SOUZA¹; ELINE DAS FLORES VICTER²; JUREMA ROSA LOPES²

1 – IFRJ; 2 – UNIGRANRIO;

carlosdesouzamatematica@hotmail.com, elineflores@hotmail.com, juremarosa@ig.com.br

Resumo - Partindo da compreensão de que os conceitos de função seno e cosseno foram construídos no decorrer do processo histórico e que este levou séculos para significar o que hoje representa, parece coerente suspeitar que o conhecimento dessa história retire tais conceitos da zona de suposta abstração e nebulosidade, favorecendo a aprendizagem de tais conceitos e seus desdobramentos. Nessa perspectiva, este trabalho visa investigar como a História da Trigonometria pode constituir de um elemento facilitador da aprendizagem de seno e cosseno. Dessa forma, elaboramos uma proposta que consiste no uso da História da Trigonometria simultaneamente ao ensino do referido conteúdo que se desenvolveu em três etapas. Na primeira, realizamos uma avaliação diagnóstica dos alunos para verificar os pré-requisitos necessários. Na segunda, produzimos um material didático, nomeado ensaio, contando uma breve História da Trigonometria e seus conceitos e por último, avaliamos o grau de compreensão dos alunos.

Palavras-chave: História da Trigonometria. Ensino de Matemática. Seno e Cosseno

I. INTRODUÇÃO

Em aproximadamente 30 anos, como professor de matemática, trabalhando com turmas das últimas séries do ensino fundamental e do ensino médio, me foi possível observar e supor que as dificuldades apresentadas pelos alunos nas aulas de matemática, especialmente ao conteúdo trigonometria, têm origem em lacunas que vão acumulando durante o processo de escolarização.

Essas lacunas nos impulsionaram a examinar o caráter das dificuldades sentidas pelos alunos, nesse campo de saber. Empiricamente, podemos apontar como uma consequência dessa lacuna no processo de aprendizagem do aluno, a dificuldade dos mesmos em articular o que aprendem na escola e o significado dessa aprendizagem no seu cotidiano. A questão inicial que passou a nortear o estudo foi: como o conhecimento da história da matemática - especificamente trigonometria, pode levar o aluno a ter uma aprendizagem mais significativa das funções seno e cosseno? Nosso objetivo, então, é investigar como a História da Trigonometria pode constituir instrumento facilitador da aprendizagem das funções seno e cosseno. Para tal, reconstituímos a história da trigonometria e seus conceitos fundamentais em um material didático, com informações históricas registradas nas obras de EVES (2004), BOYER (2010) e KENNEDY (1992), enfatizando as funções seno e cosseno. Neste trabalho chamaremos essa reconstrução histórica e seus conceitos, de ensaio. O ensaio será objeto de

estudo individual, paralelo, no contraturno das aulas, no espaço da residência de cada estudante. O campo empírico do estudo foi o Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), município de Nilópolis/RJ. O universo dos sujeitos é formado por trinta e dois alunos do primeiro ano do ensino médio. Na primeira fase do estudo, aplicamos um pré-teste para levantar os conhecimentos anteriores do aluno a respeito de semelhança de triângulos e relações métricas no triângulo retângulo, pré requisitos para a aprendizagem das funções seno e cosseno. A segunda fase trata da leitura do ensaio e das aulas sobre trigonometria. Na terceira fase, aplicamos um pós-teste com o intuito de se obter dados comparativos (pré e pós-teste) a partir dos quais se possa dizer se o ensaio foi de fato um instrumento capaz de ajudar de modo significativo no rendimento estudantil. E por último, cada estudante terá um espaço para escrever uma redação na qual evidencie a sua compreensão sobre os conteúdos abordando como a História da Trigonometria ajudou na compreensão e aprendizagem das funções seno e cosseno.

II. CONSIDERAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

No diálogo com autores que tiveram como preocupação a aprendizagem da trigonometria nos últimos anos, destacamos: Briguenti (UNESP-Rio Claro, 1994), Mendes (UFRN-Natal, 1997), Costa (PUC-SP, 1997), Lindegger (PUC-SP, 2000), Silva (PUC-SP, 2005), Canindé (UFRN-Natal, 2006), Sampaio (UEL-Londrina, 2008). Dos sete autores apresentados, o trabalho de Mendes é o que mais se aproxima do nosso objeto de estudo, por se tratar de um estudo que aborda a história da trigonometria voltada para o universo de professores e alunos concluintes de licenciatura em matemática, enquanto nossa proposta se trata de alunos de ensino médio. Nesse sentido, a história da trigonometria, será tomada como uma abordagem a ser adotada em sala de aula, destinada a facilitar o ensino-aprendizagem do referido conteúdo para alunos de ensino médio. Antecipando-se às formulações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, Sad (2004, p.4) afirma que o uso da história no ensino de matemática é importante porque (...) a história aumenta a motivação para aprendizagem; tem ação problematizadora, utilizando em especial o diálogo; articula matemática com outras ciências; mostra a importância da notação simbólica (linguagem) na constituição das formas e estruturas matemáticas, no processo histórico de construção dos objetos matemáticos por diversas culturas e situa a

matemática cronologicamente: em relação aos produtores e a sua própria constituição, para poder compreender as condições de sua produção.

Consideramos que os conceitos matemáticos precisam ser tratados mediante a exploração de problemas, ou seja, situações nas quais os alunos necessitem desenvolver algum tipo de estratégias para resolvê-las. A própria História da Matemática mostra que ela foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática (divisão de terras, cálculo de créditos), por problemas vinculados a outras ciências (Física, Astronomia), bem como por problemas relacionados a investigações internas à própria Matemática. PCN's (BRASIL, 1998, p.40).

Logo, a História da Matemática pode ser considerada como elemento orientador na elaboração de atividades, na criação das situações-problema, na fonte de busca, na compreensão e como elemento esclarecedor de conceitos matemáticos, possibilitando o levantamento e a discussão das razões para a aceitação de certos fatos, raciocínios e procedimentos por parte do estudante.

Segundo D'Ambrosio

Uma percepção da História da Matemática é essencial em qualquer discussão sobre a matemática e o seu ensino. Ter uma ideia, embora imprecisa e incompleta, sobre porque e quando se resolveu levar o ensino da matemática à importância que tem hoje são elementos fundamentais para se fazer qualquer proposta de inovação em educação matemática e educação em geral. Isso é particularmente notado no que se refere a conteúdos. A maior parte dos programas consiste de coisas acabadas, mortas e absolutamente fora do contexto moderno. Torna-se cada vez mais difícil motivar os alunos para uma ciência cristalizada. Não é sem razão que a história vem aparecendo como um elemento motivador de grande importância. (D'AMBRÓSIO, 2006, p.29, APUD SOUZA, p.8)

A principal função da História da Matemática, em sala de aula, é o desenvolvimento cognitivo dos alunos por meio de resolução de problemas, cabendo ao professor transformar as informações históricas em atividades de ensino, tornando, dessa forma, o ensino mais significativo. Entendemos que a História da Matemática contribui para a construção do conhecimento do aluno. Dessa forma, ao se trabalhar o conteúdo de trigonometria, utilizando a História da Matemática para contextualizar e motivar essa aprendizagem acreditamos dar-lhe significado e possíveis aplicações. Reafirmamos, então, que nossa pesquisa foi dirigida a alunos do 1º ano do ensino médio e elaborada com o intuito de introduzir os conceitos das funções seno e de cosseno de maneira significativa.

III. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Dois grandes desafios estão sendo enfrentados por nós neste trabalho: o primeiro deles é desconstruir o mito de que poucos são capazes de aprender matemática e o segundo é a aposta hipotética de que um programa alternativo oferecerá contribuição efetiva para que ocorra a desejável

aprendizagem de trigonometria. No caso do presente estudo a ênfase é no estudo acompanhado por aportes que dêem conta da História da Matemática. Neste sentido, adotamos o princípio da incerteza tal como destacada por Moreira (2011) na medida em que nos propomos a enfrentar desafios em nossa própria prática pedagógica com novas estratégias que de certa forma nos tiram de uma situação confortável de ensino e nos remetem a um campo de incertezas juntos aos nossos alunos na crença do que pode ser ou não relevante para que a aprendizagem do aluno se efetive. Levando em conta a configuração dessa pesquisa, a aposta principal é que resulte, para cada estudante, uma aprendizagem na qual professor e aluno tem uma postura indagadora e não passiva. Neste sentido, o material didático utilizado, denominado por nós como ensaio, proporcionou, segundo nossa observação, momentos de diálogo e sobre o surgimento dos conceitos ligados as funções seno e cosseno. O ensaio não foi utilizado como livro texto, algumas vezes era sugerida a leitura em sala de aula, de algumas partes somente, para que o aluno, ao lê-lo obtivesse o conhecimento sobre a gênese dos conceitos de trigonometria referentes ao conteúdo estudado naquele dia. Algumas vezes, era o aluno que lembrava da história da trigonometria e o assunto surgia em sala de aula de modo muitas vezes indagativa por parte dos alunos, o que nos leva a pensar na postura ativa de um ensino perceptor, conforme destaca Moreira (2011). Sendo assim, pensamos que a história da trigonometria parece facilitar a aprendizagem das funções seno e cosseno, a partir da interação entre o professor e aluno e dos questionamentos surgidos do debate sobre como os significados de alguns termos são incorporados aos conceitos de trigonometria. Porém ainda não finalizamos o estudo, e muitos dados ainda não foram analisados. Contudo, pelas atividades desenvolvidas junto aos alunos em sala de aula através do ensaio, evidenciamos a intensidade do diálogo entre professor aluno, demonstrado pelo entusiasmo dos mesmos, com isso, acreditamos haver pré disposição para aprender.

IV. RESULTADOS

Consideraremos significativos os resultados encontrados através da investigação científica em História da Trigonometria que se constitui de um material histórico, em nosso percurso como docente, utilizado em sala de aula, isso porque nos possibilitou novas descobertas em relação à interação professor-aluno. Assim vivenciamos com essa metodologia, a alteração da rotina em sala de aula, com ela alunos e professor passam a interagir mais.

IV.1 O resultado dos alunos diante da alteração de uma metodologia em sala de aula

Com base no pré-teste e pós-teste, trazemos a análise dos dados numa perspectiva quantitativa e qualitativa, buscando investigar a História da Trigonometria como um elemento facilitador da aprendizagem das funções seno e cosseno. Vale destacar que utilizamos o mesmo instrumento avaliativo junto aos alunos como pré-teste e pós-teste. O instrumento foi organizado com nove questões, das quais oito objetivas e uma dissertativa. Quanto à questão dissertativa, indagamos ao aluno se é importante o estudo da

História da Matemática paralelo ao estudo dos conceitos de trigonometria e se isso facilitou sua aprendizagem. Os alunos foram submetidos individualmente aos testes com o objetivo de acompanhar a evolução da aprendizagem dos mesmos a partir de uma outra metodologia desenvolvida em sala de aula. A seguir apresentamos os resultados das questões objetivas.

IV.2 Resultados das questões objetivas, uma análise estatística

Ficou claro verificar que após o Ensaio os resultados das questões objetivas foram melhores, fazendo uma análise gráfica do pré-teste e do pós-teste notamos um aumento no número de questões acertadas, conforme podemos observar no gráfico abaixo:

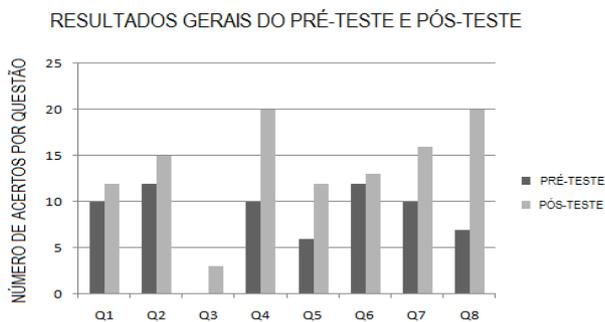


GRÁFICO 4.1 - Resultados Gerais do Pré-Teste e Pós-Teste

Para comparar as médias de pré-teste e pós-teste do desempenho dos alunos na importância da História da Trigonometria como facilitadora da aprendizagem das funções seno e cosseno, foi utilizado o teste t de Student para médias correlacionadas, com alpha fixado em 0,01. O pré e o pós-testes foram tratados descritivamente, usando-se frequências, proporções e percentuais.

Foi aplicado um mesmo teste, antes e depois dos estudantes vivenciarem a experiência de ensino-aprendizagem porque articula uma forma de ensino convencional ao conhecimento da História da Trigonometria, focalizada em texto especificamente por nós preparado, sob a forma de um Ensaio, para estudo individualizado, do qual apresentaremos o rendimento dos estudantes na Tabela 4.1, a seguir:

Tabela 4.1- Comparação dos Escores Obtidos pelo Grupo de Estudantes, Antes e Após uma Experiência de Ensino-Aprendizagem na área de Matemática com a Utilização do Teste t de Student, para Amostras Pareadas

SITUAÇÕES	MEDIAS DO GRUPO	DP	ERRO PADRÃO DE MEDIDA	T
Antes da Experiência	3,929	1,988	0,434	5,839*
Após a Experiência	6,607	1,1195	0,261	

* Significativo ao nível de 0,01

Conforme pode ser observado, na tabela anterior, existe diferença significativa entre as duas situações do grupo constituído por 21 estudantes – que realizou o pré e o pós-teste; resultando em um teste t de 5,839; com α fixado em 0,01, sendo a maior média obtida pelo grupo após o tratamento, ou seja, a experiência pedagógica pela qual passaram, fez diferença expressiva na aprendizagem em seu desempenho. Tal resultado indica que houve um progresso do grupo, após ter passado pela experiência pedagógica – que consistiu no ensino convencional ministrado ao grupo em sala de aula e o estudo de um ensaio no contraturno de suas aulas, cujo estudo passou a ser referenciado, e incentivado constantemente, em sala de aula.

Tais resultados foram detalhados ou refinados estatisticamente nos termos em que evidencia a tabela 4.2 seguinte:

Tabela 4.2 - Teste de amostras emparelhadas comparando médias obtidas por alunos em pré e pós-teste, aplicado antes e após terem sido submetidos a uma experiência de ensino-aprendizagem na área de matemática

	Diferenças emparelhadas				t	Df	Sig.(2 extremidades)	
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Da média	95% intervalo de confiança				
				Inferior				Superior
Par 1 Préteste – Póste	-2,67857	2,10229	0,45876	-3,63552	-1,72162	-5,839	20	0,000

Df: grau de liberdade

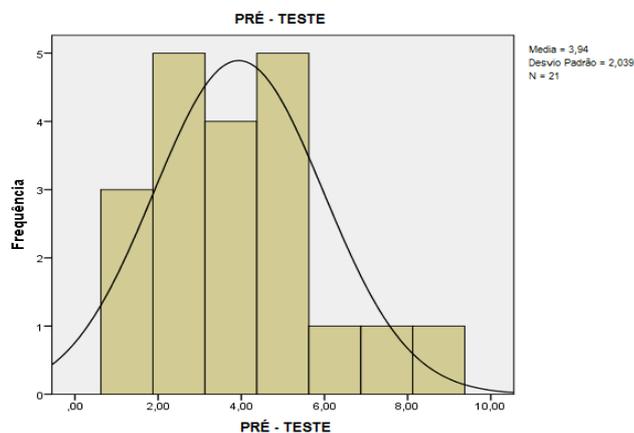


GRÁFICO 4.2 - Resultado do Pré-teste

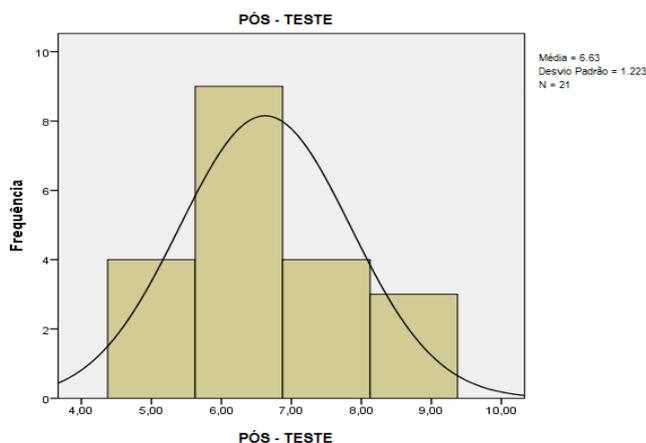


GRÁFICO 4.3 - Resultado do Pós-teste

Os ganhos de aprendizagem estudantil em função da metodologia de ensino que conjugava o ensino convencional de trigonometria com o estudo apartado, paralelo da História da Trigonometria estão indiciados no quadro acima, de modo específico no teste *t* de Student, revelando a existência de diferença significativa entre os dois grupos, pois a maior média obtida pelo grupo foi no pós-teste. Tal resultado indica que houve um progresso do grupo desde a aplicação do pré-teste.

IV.3 A questão dissertativa

A avaliação (pré-teste e pós-teste) usada foi dividida em duas partes onde na segunda havia uma questão dissertativa que se tratava de uma questão investigativa e indagava se o aluno considerava importante conhecer a História da Matemática, paralelamente ao estudo de trigonometria, para facilitar a aprendizagem dos conteúdos de trigonometria e Por que?

A seguir, apresentaremos os posicionamentos dos 21 alunos participantes através do quadro 4.1, onde encontram-se todas as respostas dos alunos participantes no pré e pós-testes, dando uma visão geral dos posicionamentos dos alunos. As células em branco representam a não participação do aluno nesta questão.

Portanto, o posicionamento de todos os estudantes participantes do estudo na questão dissertativa ou subjetiva integrante do teste, aplicado antes e após a experiência pedagógica, foi registrado no Quadro 4.1 seguinte:

Quadro 4.1- Posicionamento Estudantil no Teste Sobre o Uso da História da Matemática no Processo de Ensino de Trigonometria - Uma Visão Geral

ESTUDANTES COM DUAS MANIFESTAÇÕES	POSICIONAMENTO	
	ANTES DA EXPERIÊNCIA	APÓS A EXPERIÊNCIA
A		Sim, pois assim obtemos mais conhecimento daquilo que estamos estudando. Apesar de não ter funcionado comigo, pois li o livro da História da Trigonometria inteiro e ainda assim tive um baixo rendimento na prova (o que eu não esperava), foi interessante conhecer como surgiu e quem colaborou para que esta existisse nos dias atuais.
B	Eu acho que seria interessante, assim veríamos como foi e é importante a trigonometria e veríamos também a utilidade disto tanto antigamente quanto nos dias de hoje.	Eu não considero de extrema importância, mas achei interessante este estilo de aprendizagem. Porque assim tentaríamos resolver problemas que marcaram a história da matemática.
C	-	Sim. Pois facilita o entendimento das questões e aplicações de tal fórmula na matemática.
D	-	A matemática é uma matéria fundamental para os grandes feitos, e conhecer a história da matemática nos ajuda a entender melhor a matéria e até mesmo nos ajuda a lembrar das fórmulas ou teoremas mais facilmente, pelo fato de nós termos aprendido a história que gerou estes fatos.

E	-	-
F	Não. Pois torna-se cansativa a matéria com isso nós alunos que possuem maiores dificuldade podem não compreender bem; e com isto não tendo bom rendimento.	Sim. Pois com o conhecimento da história vamos ver como a trigonometria surgiu e assim compreender em que parte da história foi necessário seu uso ou onde seu uso ajudou a acrescentar algo a mais a humanidade.
G	Sim, pois conhecendo um pouco da história ajudaria a compreender melhor o que está sendo dado.	Sim, pois facilita o aprendizado e torna a matéria mais interessante por saber um pouco mais sobre sua história.
H	Eu considero importante, sim, pois aprender nunca é demais para quem quer estudar.	Sim. Pois nos ajuda a ampliar mais o nosso conhecimento sobre a matemática.
I	-	Sim, pois sabendo a história podemos ver qual foi a linha de raciocínio usado para resolver a questão.
J	Sim, pois entendemos como os matemáticos chegaram a conclusão das fórmulas e para que usavam.	Sim, pois assim sabemos como os matemáticos descobriram tal fórmula, o porque dessa descoberta e como aplicavam em seu dia a dia.
K	Sim. Pois conhecendo a história da matemática a aula fica mais dinâmica e dá mais vontade de aprender.	Sim. Pois compreendendo a história, a compreensão da matéria e das explicações ficam mais fáceis de entender.
L	Sim. Pois a matemática em si, é muito interessante em todas as áreas (aritmética, álgebra, geometria), se a trigonometria é mais um complemento para um melhor estudo meio matemático. Adoro matemática	Porque a trigonometria por ser uma parte fundamental da matemática é superimportante na compreensão dos ângulos, não só de triângulo mas também, de um círculo.
M	-	Sim. Quem se aprofundar muito para não perder o foco da matemática que é resolver cálculo. É interessante estudar como chegamos a tais conhecimentos.
N	-	Sim. Pois assim facilita aplicar as fórmulas e cálculos necessários, porque sabendo a lógica que foi preciso para desenvolver.
O	-	Sim, conhecendo a história e os eventos que levaram ao descobrimento de tal função é crucial para o entendimento da matéria e sua importância.
P	-	Sim, após ter um pequeno conhecimento da história da trigonometria, ficou mais fácil responde algumas das questões acima.
Q	-	Não, porque eu não acho que isso vá facilitar o aprendizado. Pelo menos não o meu.
R	Sim, porque através disso conhecemos o passo a passo da trigonometria.	Sim, porque através dela podemos ver como surgiu cada elemento da matemática, melhorando nossa forma de raciocínio.
S	Sim, pois o contexto histórico, e consequentemente de origem, da matéria estudada possibilita maior compreensão geral da trigonometria, facilitando assim o seu melhor entendimento.	Sim, pois o contexto histórico facilita a compreensão, porque por esse meio fica mais fácil e menos obrigatório a aprendizagem.
T	-	Não considero importante, pois não é necessário conhecer o contexto histórico para calcular. Acho que, quem se interessar, deveria pesquisar sobre isto.
U	-	Sim, pois através da história é possível descobrir que tais funções não vieram do nada.

As células em branco são aquelas as quais os alunos não deram nenhuma resposta.

Dos 21 estudantes que passaram pela experiência pedagógica, 16 ratificam a importância da História da Matemática na aprendizagem de trigonometria, corroborando os resultados do teste “t”, já indiciado pelo grupo anteriormente focalizado.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivando investigar como a História da Trigonometria pode se constituir como um elemento facilitador da aprendizagem das funções seno e cosseno, podemos concluir que as médias obtidas pelos alunos em pré-teste e pós-teste usados, respectivamente antes e após ter sido desenvolvida a experiência que conjugava o ensino convencional das funções seno e cosseno com a leitura paralela de um Ensaio sobre a História da Trigonometria, apresentou um resultado no pós-teste significativamente superior do que no pré-teste, com um teste t significativo em favor do pós-teste. Tal resultado, indica que, conforme nossa aposta ou hipótese de estudo, o método trouxe avanço na aprendizagem dos estudantes sobre os conteúdos então trabalhados, durante as aulas do período letivo em foco.

Através do Ensaio elaboramos a reconstrução histórica e conceitual sobre as funções seno e cosseno, onde foi possível organizar os dados coletados junto aos alunos da seguinte forma: uma discussão sobre a aprendizagem significativa, uma vez que observamos que a mudança de estratégia nem sempre favorece ou facilita o ensino, isso porque alguns alunos expressaram que não houve relevância para o ensino da trigonometria (funções seno e cosseno); também o Ensaio, conforme os alunos, ajuda na compreensão do conteúdo na medida em que apontam que a História da Trigonometria facilita a memorização de fórmulas, nos parece que eles estão mais preocupados com a resolução das questões e distanciados dos conceitos fundamentais que envolvem as funções seno e cosseno; e, além disso, podemos destacar que o uso da História da Trigonometria, através do Ensaio, facilita a aprendizagem, na medida em que os alunos destacam que aumenta a predisposição para a aprendizagem, pois possibilita o diálogo, trazendo situações que possibilitam a problematização e compreensão dos conceitos.

Observamos, conforme análise estatística, que o pós-teste apresentou um resultado superior ao pré-teste, porém, não podemos apostar, com alto grau de confiabilidade, no sentido de afirmar que os resultados entre as médias sejam atribuídos inteiramente ao Ensaio, e nem ao ensino em sala de aula. Preferimos considerar que esse ganho se deva à associação de ambos os elementos, até porque, de acordo com Moreira (2011), além da diversidade de estratégias, a participação ativa do aluno é fundamental para que haja uma aprendizagem significativa.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. BRIGUENTI, Maria José L. Ensino e Aprendizagem de Trigonometria: Novas Perspectivas da Educação

Matemática. São Paulo, 1994. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) UNESP-SP.

BOYER, C.B.: A História da Matemática. 3ª ed., Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2010.

COSTA, Nielce Meneguelo Lobo. Função Seno e Cosseno: Uma seqüência de ensino a partir dos contextos do mundo experimental e do computador. São Paulo, 1997, 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – PUC-SP. D’AMBRÓSIO, Ubiratan. Educação matemática: da teoria à prática. 13ª ed., Campinas: Papyrus 2006. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

EVES, H.: Introdução à História da Matemática. tradução: Hygino H. Domingues, 4ª ed., Ed. Unicamp, Campinas, São Paulo, 2004.

GAMBOA, Silvio. Quantidade-qualidade: para além de um dualismo técnico e de uma dicotomia epistemológica. In: José Camilo dos Santos Filho e Silvio Sánchez Gamboa. Pesquisa educacional: quantidade e qualidade. São Paulo; Cortez, 2002. KENNEDY, E. S.: Tópicos de História da Matemática para Uso em Sala de Aula; trad.: Hygino H. Domingues, 7ª ed., vol.: 5, Ed.: Saraiva, São Paulo, SP, 1992.

LINDEGGER, L.R.M. Construindo os conceitos básicos da Trigonometria no Triângulo Retângulo: uma proposta a partir da manipulação de modelos. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2000.

MENDES, Iran Abreu. Ensino de Trigonometria através de Atividades Históricas. Rio Grande do Norte, 1997, 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) UFRN.

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo; Moraes, 1985.

OLIVEIRA, Francisco Canindé. Dificuldades no Processo Ensino Aprendizagem de Trigonometria por Meio de Atividades. UFRN, 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) UFRN – RN.

SAD, Ligia A. Educação Matemática: Unidade na História e nos Objetivos Educacionais. In: ANAIS do VII EPEM, SP, junho de 2004: 1-5.

SALOMON, Délcio Vierira. Como fazer uma monografia. São Paulo; Martins Fontes, 1999.

SAMPAIO, H.R. Uma abordagem Histórica-Filosófica na Educação Matemática: contribuição ao processo de aprendizagem de trigonometria no ensino médio. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, 2008.

SILVA, Silvio Alves. Trigonometria no Triângulo Retângulo: Construindo uma Aprendizagem Significativa. São Paulo, 2005, 178 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – PUC-SP.

SOUZA, J. F. Construindo uma aprendizagem significativa com história e contextualização da matemática. Dissertação de Mestrado. UFRJ, 2009.

CARUSO, José Mário. Controle de Velocidade de um MIT Tracionando um Veículo Elétrico. Taubaté, 2007.

ERBER, Pietro. “Gasolina e Tomada”: o carro elétrico está perto. Rio de Janeiro: Revista do Empresário da ACRJ, Maio/Junho 2010.

GRANDINETI, Francisco José. Controle de Velocidade de Motor de Indução Trifásico usando PIC. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~clagtee/FinalProgramming.pdf>> - Acesso em 01/03/2010.

PACHECO, Marco Aurélio C. Algoritmos Genéticos: Princípios E Aplicações, versão 1 em 14/07/1999. Disponível em: <http://www.ica.ele.puc-rio.br/Downloads/38/CE-Apostila-Comp-Evol.pdf> - Acesso em 04/12/10.

VII. COPYRIGHT

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



REFLEXÕES SOBRE AS PROVAS DE MATEMÁTICA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO – ENEM

MÁRCIO DELEPRANI¹; HAYDÉA MARIA MARINO DE SANT’ANNA REIS¹;
ABEL RODOLFO GARCÍA LOZANO¹
1 – UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO
m.deleprani@gmail.com

Resumo - Este artigo apresenta um estudo definido por indagações no processo de avaliação dos alunos através das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e também o avalia como instrumento que democratiza o acesso ao ensino superior. A pesquisa foi direcionada a orientar professores e alunos de como está organizado o exame e também alertar educadores sobre o nível de exigência dessa prova, que tem como um de seus objetivos, o de democratizar o acesso ao ensino superior. Como suporte a pesquisa apresentou referencial teórico dividido em dois eixos. O primeiro eixo foi o de pesquisar dados e ter uma informação estatística da situação dos alunos no Brasil e confrontá-los com os dados das provas e o segundo foi o de verificar a opinião de educadores sobre como deveria ser o ensino de matemática. A investigação foi realizada com as questões de matemática nas edições de 2009, 2010 e 2011 do Enem.

Palavras-chave: Enem. Currículo Mínimo. Ensino de Matemática.

I. INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) foi criado em 1998 com o objetivo de inovar a maneira de avaliar, mas utilizando um instrumento antigo: A prova. Com a proposta de verificar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, o Enem, busca contribuir para a melhoria da qualidade do nível de escolaridade e a partir de 2009 passou a ser utilizado na seleção de alunos que ingressam no ensino superior.

Segundo a Assessoria de Comunicação Social do Ministério da Educação (ACS), um dos objetivos do exame é o de democratizar o acesso às vagas oferecidas por instituições de ensino superior, mas para isso enfrenta o desafio de superar a grande diferença entre a maioria das escolas públicas e privadas, essa diferença é apontada pelos resultados das provas do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) e pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb).

A ACS afirma que a prova do Enem descentraliza o processo seletivo e dá condições e oportunidades iguais a todos os estudantes, inclusive os que residem distantes dos grandes centros, mas ao avaliar os resultados do Enem percebemos que dos vinte e seis estados mais o Distrito Federal, apenas quatorze têm escolas entre as cem com melhor desempenho nas provas e nos estados do Rio de Janeiro (trinta e cinco escolas), Minas Gerais (vinte e oito) e São Paulo (quinze) temos 78% das escolas que estão entre as cem melhores.

O Enem busca trazer em sua estrutura questões que são elaboradas com contextualizações e muita interpretação de

texto ou de figuras. O exame mostra muita resistência para inserir em sua prova, conteúdos matemáticos que não podem ser contextualizados para um aluno do ensino médio, logo, apesar de estarem na grade curricular do ensino médio (segundo currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro) ficam fora da avaliação.

As questões do Enem têm em sua grande maioria a preocupação em encontrar contextualizações para os assuntos abordados e essa influência já pode ser percebida nos vários livros que têm na introdução de seus capítulos contextualizações, o que não é um problema, desde que não seja o foco principal da aula ou da prova e sim mais um instrumento de ensino e esteja junto a um conteúdo matemático sólido, pois nem sempre é possível contextualizar para um aluno do ensino médio, mas a opção de avaliar apenas a interpretação do aluno está tomando o lugar de outros tópicos importantes como as demonstrações.

Após ler o artigo Decorar é preciso Demonstrar também é na Revista do Professor de Matemática, começamos a nos corresponder através de correio eletrônico com o autor e educador GARBI e neste artigo serão reproduzidos alguns trechos dessas correspondências.

As reflexões de GARBI nos ajudam a entender como este cenário vem se configurando:

As demonstrações estão desaparecendo das salas de aula no BRASIL porque aqui a obtusidade dos psicopedagogos do MEC criou o dogma da CONTEXTUALIZAÇÃO, que está sendo levado a absurdos semelhantes ao do livro de PORTUGUÊS que ensina que falar “nóis pega os peixe” está correto. Essa mentalidade espalhou-se por todas as áreas do ensino brasileiro e os resultados a gente vê todos os anos nos exames do Pisa. Em resumo, não são os matemáticos que estão ditando as diretrizes do ensino em nossa área: são pessoas que padecem do pior tipo de ignorância – a de achar que sabem aquilo que não sabem. (GARBI, mensagem recebida em: 14 jun. 2011).

Além de tudo a prova do Enem certifica a educação básica, aos aprovados que solicitarem tal documento, sendo maiores de 18 anos, pois a mesma legitima o conhecimento não comprovado através de processo de escolarização de jovens e adultos – EJA, ou seja, diplomas do ensino médio são concedidos a alunos que fazem essa prova.

A qualidade do ensino no Brasil precisa melhorar e o acesso à educação necessita ser ampliado e estar disponível para toda a população, mas devemos encontrar um processo eficiente.

II. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Dentre tantos fatores relacionados ao ensino da matemática, este artigo trata de avaliar o nível das questões de matemática do Enem. A investigação aborda tópicos importantes sobre o ensino de matemática, em especial os que se destacam nas provas do Enem. A construção do referencial teórico baseou-se na ideia de que as questões de matemática do Enem avaliam os alunos em um nível muito abaixo do ideal, tais compreensões interferem na abordagem dos conteúdos, nas estratégias pedagógicas, na elaboração dos objetivos e nas formas de avaliação.

2.1. Diferenças entre os ensinos público e privado no Brasil

A educação é considerada como a principal garantia para a conquista de liberdade e igualdade de oportunidades a todos os cidadãos independentemente de sexo, raça ou classe social, mas a desigualdade entre a qualidade do ensino público e privado ainda é uma grande barreira para se vencer.

Os principais instrumentos de avaliação da qualidade do ensino no Brasil (Pisa, Ideb e Enem) sinalizam uma enorme diferença entre o ensino público e o privado em todos os estados. O Pisa busca medir o conhecimento e a habilidade em leitura, matemática e ciências de estudantes em vários países do mundo. Na edição de 2009, o Brasil atingiu a 57ª colocação em matemática entre 65 países. A prova que tem uma pontuação máxima de 1000 pontos teve uma diferença de mais de cento e dez pontos entre as médias das escolas públicas e privadas.

O Ideb é um indicador de qualidade educacional que combina informações de desempenho em exames como a Prova Brasil. Esse desempenho é obtido pelos estudantes, ao final das etapas de ensino (5º e 9º anos do ensino fundamental e 3º ano do ensino médio), com informações sobre o rendimento escolar. A diferença entre as notas das escolas é grande em todos os estados, mas nos estados da Bahia, Sergipe e Paraíba, as escolas particulares têm o dobro do índice das públicas nos anos finais do Ensino Fundamental (9º ano), acontecendo o mesmo para o Ensino Médio no Piauí, Mato Grosso e Rio de Janeiro.

O Enem avalia como os jovens terminam o Ensino Médio, o resultado em 2009 apontou que entre as mil escolas que oferecem Ensino Médio regular com melhor desempenho nas provas, 91% são da rede privada. Nessa lista, aparecem apenas oitenta e oito escolas públicas, sendo que a maioria delas coordenadas por universidades, já nas mil piores apenas três são privadas. Nesse contexto de diferenças entre as escolas públicas e privadas, uma única prova pode avaliar com justiça alunos de todas as regiões e de diferentes escolas? Ou se deveria focar os esforços em aumentar o nível da educação nas escolas públicas para diminuir as desigualdades?

2.2. A história e os objetivos do Enem

A ACS no de 2009 faz a associação nacional dos dirigentes das instituições federais de ensino superior uma proposta de unificação dos exames de seleção para o ingresso no ensino superior (os vestibulares). A proposta teve como uma de suas justificativas a falta de acesso às provas das universidades por alunos que residem em

pequenos centros, facilitando apenas os alunos com maior poder aquisitivo, então uma prova nacional poderia diminuir as diferenças, faltando apenas um programa para mantê-lo na universidade durante o estudo.

Com diferentes propostas dos modelos e processos avaliativos tradicionais, a prova do Enem é interdisciplinar e contextualizada e tem os mesmos objetivos do antigo vestibular, mas enquanto os antigos vestibulares promoviam a valorização da memória e dos conteúdos, o Enem coloca o estudante diante de problemas e pede apenas alguns conceitos suas aplicações e muita interpretação.

A popularização definitiva do Enem veio em 2004, quando o Ministério da Educação investiu muito dinheiro ao instituir o Programa Universidade para Todos (Prouni) e vinculou a concessão de bolsas em Instituições privadas de Ensino Superior à nota obtida no Exame, no ano seguinte, o Enem alcançava a marca histórica de três milhões de inscritos e em 2006, o Enem estabeleceu novo recorde, com 3,7 milhões de inscritos.

O principal incentivo para que os concluintes do ensino médio façam o Exame é a possibilidade de ingresso no ensino superior, pois, a nota obtida no Enem pode significar tanto uma bolsa do Prouni quanto a conquista de uma vaga em instituições públicas de ensino superior, mas para alguns alunos também pode significar um diploma do ensino médio.

O Enem ocupa um lugar de destaque na agenda educacional brasileira pelo seu papel de contribuir para a reorganização e reforma do currículo do ensino médio e de ter o objetivo de democratização do acesso ao ensino superior.

2.3. A estrutura das questões do Enem

As questões da área de exatas exigem muita interpretação de texto, mas com execução de cálculos simples que exigem apenas concentração. Os cálculos estão sempre voltados para aplicação de conceitos em problemas cotidianos. Ao contrário dos antigos vestibulares, o Enem valoriza a compreensão e a interpretação dos textos das questões. Muitas vezes, a resposta está na própria pergunta. As questões do Enem normalmente referem-se muito mais a conceitos gerais do que a conhecimentos específicos.

2.4. Como deveriam ser as questões de matemática?

É preciso repensar o que está acontecendo com a educação no Brasil, pois vários instrumentos de avaliação apontam um declínio no grau de aprendizado dos alunos.

Após leitura especializada sobre o ensino de matemática, alguns autores que também são educadores foram questionados através de mensagens eletrônicas, sobre o uso das demonstrações no ensino de matemática. Quando indagado sobre a importância das demonstrações para o aprendizado do aluno, GARBI respondeu:

As demonstrações são a única alternativa à decoreba pura e simples: ou a gente aprende pelo convencimento da PROVA LÓGICA, ou pela memorização de resultados que alguém nos disse que estão certos. Quem aprende a demonstrar desenvolve o raciocínio que lhe permite resolver questões novas, nunca antes mostradas ao aluno. As demonstrações são exercícios mentais que aguçam a criatividade (através dos exemplos de criatividade que os grandes mestres

exibiram ao engenhar suas provas clássicas) e habituem o aluno a raciocinar dedutivamente. Matemática é isso. O resto é decoreba. (GARBI, mensagem recebida em: 14 jun. 2011)

Algum comentário ou instrução aos professores?

Minha principal mensagem aos professores é: conheçam as demonstrações de tudo o que ensinam e aproveitem todas as oportunidades que tenham para mostrar as mais importantes a seus alunos, estimulando-os a pensar de forma lógico-dedutiva. (GARBI, mensagem recebida em 14 jun. 2011)

Outro educador que defendeu sua opinião sobre as demonstrações através de mensagens eletrônicas foi MORAIS FILHO, que atualmente é professor titular da Universidade Federal de Campina Grande afirma sobre a importância das demonstrações em sala:

O fato é que as demonstrações estão sendo retiradas dos livros didáticos pelos autores. Acho que pensam que deixa o livro difícil, etc. É natural fugir do que pode exigir mais esforço. Mas no fim, a Matemática também deve ensinar a pensar e é isso que as demonstrações fazem, independente se alguém vai ser ou não matemático. Organização das ideias, clareza de pensamento, raciocínio lógico-dedutivo, organização da redação, tudo isso as demonstrações ensinam. (MORAIS FILHO, mensagem recebida em: 14 jun. 2011)

MOREIRA, que é autor do livro Teorias de aprendizagem, quando questionado sobre a abordagem matemática em sala de aula, afirma:

Fui professor de Matemática nos três anos do Colegial, hoje Ensino Médio, certamente fazia várias demonstrações e procurava fazer com que meus alunos as aprendessem significativamente. Simplesmente apresentar equações matemáticas, ou fórmulas, é incentivar, promover, a aprendizagem mecânica. Uma grande perda de tempo para alunos e professores. Além disso, as demonstrações estimulam o raciocínio lógico e a argumentação lógica. (MOREIRA, mensagem recebida em 14 jun. 2011)

As demonstrações e as aplicações das fórmulas podem contribuir eficazmente no processo ensino-aprendizagem, melhorando assim tanto a metodologia quanto o conteúdo ensinado. As aplicações e contextualizações podem e devem ser utilizadas, mas não devem excluir os outros métodos de ensino, pois na matemática existem conteúdos como números complexos, que dificilmente pode ser contextualizado para um aluno do ensino médio.

GARBI corrobora esse pensamento quando afirma que:

A exclusiva apresentação de questões matemáticas “contextualizáveis” restringe sobremaneira o raciocínio dos alunos, dificultando-lhes a aquisição da capacidade de pensar de forma genérica e abstrata. A propósito, conforme noticiado pelo New York Times e comentado pelo O Estado de S. Paulo há pesquisas indicando que a contextualização em demasia tem inconvenientes, dentre as quais a perda de generalidade. (GARBI, 2009, p.1).

MOREIRA (2011) em seu livro Teorias de Aprendizagem resume desde as primeiras teorias comportamentalistas e cognitivistas do início do século até as teorias construtivistas do final do século passado. Neste livro também se destacam: Fred Simmons Keller, um pioneiro em psicologia experimental que ensinou em Columbia durante 26 anos desenvolveu um método de ensino conhecido por sistema de instrução personalizada e um dos passos do sistema é o uso de aulas teóricas e demonstrações como veículos de motivação.

Robert M. Gagné que foi professor de educação da Universidade do Estado da Flórida, diz que um aluno pode adquirir conhecimento definitivo quando ele é capaz de demonstrar, ou mostrar, como utilizar a definição. Diz-se que o estudante aprendeu a regra quando ele pode “seguir-la” nos seus desempenhos. É uma capacidade aprendida que torna possível ao aluno fazer uma coisa usando símbolos, geralmente da língua e da matemática.

Em um país tão heterogêneo quanto o Brasil considerar em demasia a contextualização para avaliar poderá não ser suficiente para compreender mais de cinco milhões de candidatos (5,7 milhões para o Enem 2012). Vários modelos de abordagens das questões podem ser utilizados ajudando o aluno a interpretar, demonstrar e apresentar os cálculos que caracterizam o uso da matemática. Apenas o ensino de qualidade dentro das escolas públicas e privadas pode levar mais justiça ao processo seletivo.

III. ANÁLISE GERAL DAS PROVAS DOS ANOS DE 2009, 2010 E 2011

Quando se analisa separadamente cada uma das três provas, percebe-se que o nível do exame precisa melhorar, mas ao analisar o conjunto das três últimas provas, percebe-se claramente uma grande lacuna na exigência de conteúdo abrangente de acordo com currículo mínimo do ensino médio.

3.1. Resumo da Análise da Prova de Matemática do Enem de 2009

Tabela 1 – Análise da prova de Matemática do Enem 2009

Questões com assuntos pertencentes ao ensino fundamental	24
Questões que os assuntos pertencem ao ensino médio, mas que tiveram uma abordagem como do ensino fundamental ¹ .	13
Questões exclusivas do ensino médio.	8
Assuntos do Currículo mínimo que não constam na prova	21

Na avaliação das questões de matemática da prova do Enem do ano de 2009, existem vinte e quatro questões abordando conteúdos que pertencem a grade curricular do ensino fundamental, treze questões que tem conteúdos comuns ao ensino médio e fundamental, como geometria plana, apenas oito questões com assuntos exclusivos do ensino médio. Nesta prova constata-se que mais de 82% da prova é parte do currículo do ensino fundamental.

¹ Conteúdos como funções quadráticas que são ensinadas nos dois segmentos.

3.2. Resumo da Análise da Prova de Matemática do Enem de 2010

Tabela 2 – Resumo da análise da prova de Matemática do Enem 2010

Questões com assuntos pertencentes ao ensino fundamental.	15
Questões que os assuntos pertencem ao ensino médio, mas que tiveram uma abordagem como do ensino fundamental.	18
Questões exclusivas do ensino médio.	12
Assuntos do Currículo mínimo que não constam na prova	22

Na prova do Enem de 2010, temos mais de 73% da prova com questões que poderiam ser resolvidas por um dedicado aluno do ensino fundamental e das doze questões que são aprendidas apenas no ensino médio, apenas três exigem um grau matemático maior.

3.3. Resumo da Análise da Prova de Matemática do Enem de 2011

Tabela 3 – Resumo da análise da prova de Matemática do Enem 2011

Questões com assuntos pertencentes ao ensino fundamental	25
Questões que os assuntos pertencem ao ensino médio, mas que tiveram uma abordagem como do ensino fundamental.	14
Questões exclusivas do ensino médio.	6
Assuntos do Currículo mínimo que não constam na prova	20

Ao analisar a prova do Enem de 2011, percebe-se a intenção de diminuir a quantidade de cálculos e aumentar a leitura e a interpretação, pois temos mais de 86% da prova com questões que não exigem um alto conhecimento de matemática e se reconhecer que das seis questões que são exclusivas do ensino médio temos uma de geometria espacial que não precisa fazer contas (144), e mais três que utilizam apenas as operações elementares (139, 148 e 178).

3.4. Análise Conjunta das Três Edições (135 questões).

Tabela 4 – Conteúdos abordados nas três provas

Questões com assuntos pertencentes ao ensino fundamental	64	47,40%
Questões que os assuntos pertencem ao ensino médio, mas que tiveram uma abordagem como do ensino fundamental.	45	33,33%
Questões exclusivas do ensino médio.	26	19,25%
Assuntos do Currículo mínimo do ensino médio que não constam em nenhuma das provas	14	—

A preocupação fica maior quando se analisa em conjunto as provas dos três anos (2009, 2010 e 2011), não se encontra nenhuma questão de matrizes, determinantes, funções trigonométricas, figuras de revolução em geometria espacial e muito mais. Quando o Exame Nacional do **Ensino Médio** coloca em sua prova muitas questões que poderiam ser resolvidas por alunos do ensino fundamental e exclui questões do ensino médio, não está se elevando o nível do ensino. A preocupação em realizar uma prova justa em todo o Brasil, inclusive entre alunos de escolas públicas e privadas é honrada e deve ser tema de esforços de nossa

sociedade e governo, mas o caminho não está em nivelar a prova por baixo, o caminho é bem mais difícil e caro, pois se deve melhorar a qualidade de ensino em todas as escolas públicas do país, mas infelizmente é mais barato facilitar a prova de acesso ao ensino superior.

A edição de 2012 contém vinte e cinco questões com conteúdo exclusivo do ensino fundamental, isto representa mais de 50% de uma prova que avalia o ensino médio. Ainda nessa edição, de trinta e quatro conteúdos que constam no currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro, vinte e seis conteúdos não foram exigidos para fazer a prova.

Quando as edições de 2009, 2010 e 2011 são analisadas juntas, temos 47,40% das provas com questões exclusivas do ensino fundamental e se for somado aos 33,33% das questões que apesar de fazerem parte do currículo do ensino médio, tiveram uma abordagem como de ensino fundamental, temos mais de 80% da prova podendo ser considerada de nível fundamental.

IV. CONCLUSÃO

As provas de matemática do Enem possuem textos muito longos, por isso, são cansativas e consideradas difíceis por muitos alunos, porém, é um exame que não exige muitos cálculos, demonstrações ou memorização de fórmulas e as questões, em sua maioria, depois de interpretadas podem facilmente ser resolvidas. As questões de geometria, por exemplo, são, na sua maioria, triviais; fáceis de serem resolvidas, se o aluno mantiver a calma e superar um exame tão cansativo.

Deve-se refletir sobre a diversidade de assuntos e também dos métodos de construção das questões da prova do Enem, poderíamos ter uma parte com contextualizações e aplicações, outras que exijam conceitos de demonstrações e até mesmo outra que o aluno precise ter memorizadas fórmulas e conceitos, ou seja, temos uma diversidade de alunos de várias partes do país, logo poderíamos ter uma diversidade de conteúdos e de métodos.

As demonstrações dos teoremas e até mesmo a memorização das fórmulas são direcionadas à aprendizagem da matemática oferecendo recursos que podem ajudar nas dificuldades dos processos de aprendizagem, tais como: visualização, construção e raciocínio matemático. Elas criam condições para que se aprenda investigando, debatendo, testando e analisando o assunto estudado. O aluno se transforma de mero expectador em alguém que pensa, reflete, e atua.

Devido a sua importância em orientar o que professores irão ensinar e o que os alunos vão estudar, a prova do Enem deveria ser repensada, inclusive sobre o uso de questões que exijam uso de fórmulas, demonstrações e conceitos mais abrangentes em matemática e assim analisar se esses fatores irão contribuir para um melhor desempenho dos alunos, podendo haver também uma melhoria no currículo do ensino médio. As contextualizações das questões contribuem para a aprendizagem, mas ao usar somente esse método excluindo outros conteúdos, pode-se não proporcionar ao aluno uma prova abrangente.

O Pisa e a prova Brasil avaliam, na sua maior parte, alunos que estão cursando o ensino fundamental e as notas não têm sido boas, indicando que eles podem estar chegando ao ensino médio com um déficit muito grande em relação ao conteúdo de matemática e precisando se recuperar. O nível

de conhecimento dos alunos não está progredindo e o método de ensino atual não é suficiente para surtir uma mudança significativa, então quando o Inep elabora provas com questões que têm a resposta no enunciado, ele induz o aluno a passar nas provas, mas será que esse aluno adquiriu o conhecimento necessário para chegar ao ensino superior ou adquirir um diploma do ensino médio? Não seria mais justo melhorar a qualidade do ensino nas escolas do que facilitar a prova? Começamos a nos perguntar: Por que as demonstrações desapareceram da sala de aula? E por que o conteúdo matemático mais direto e exigente tem desaparecido das provas?

Outro grande problema é o fato de que o Enem orienta o aluno em seus estudos, pois muitos dos alunos estudam com o objetivo de entrar na universidade, e os professores depois de explicar algo que os alunos não tenham entendido ouvirão a pergunta: “Essa matéria cai no Enem?” e logo não terá o interesse em ensinar e aprender questões de números complexos, teoria dos números e muitos outros temas com difícil contextualização. Em longo prazo as escolas particulares também serão afetadas, pois muitos professores se baseiam nas provas do Enem para elaborar suas aulas e provas.

É senso comum que se deve encontrar uma maneira empolgante de ensinar matemática e que as aplicações e as contextualizações são importantes, mas deve-se inserir a matemática na educação sem buscar deixá-la mais fácil ou transformá-la tanto a ponto de mudar suas características.

O artigo não intenta desestimular as contextualizações e aplicações na matemática, mas sim mostrar que nem sempre elas são eficientes ou possíveis de se fazer, mas que as demonstrações serão eficientes e necessárias para auxiliar os professores no processo de ensino-aprendizagem.

O professor pode e deve fazer uso de contextualizações, aplicações e outros auxílios como softwares educacionais, filmes e tantos outros instrumentos que não devem ser desprezados, mas que não podem ser colocados em primeiro plano, pois todos eles são parte da metodologia de ensino e por isso não podem substituir o conteúdo. As demonstrações irão enriquecer o conteúdo da aula e fazer com que o aluno melhore seu conhecimento matemático.

É inegável que submeter alunos a exaustivas demonstrações, certamente traz efeitos traumáticos. Muitos detestam a matemática e afastam-se dela exatamente por isso, porém é um erro não ensinar a deduzir por meio de raciocínio lógico algumas fórmulas importantes e simples, visto que ao aprender como se originou determinado teorema, será muito mais fácil aplicá-lo em uma situação cotidiana caso haja necessidade. Uma das maiores recompensas com que a matemática traz aos alunos é a confiança de descobrir e aprender cada vez mais.

Na ABRAPEE, Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, lemos que:

A Matemática, de forma ímpar, é uma ciência derivada do pensamento puro, constituindo-se essencialmente em um processo de construção mental. Dessa maneira, suas atividades caracterizam-se pela formulação de conjecturas que se validam quando acompanhadas das devidas demonstrações. Parte-se de alguns conceitos, tomados sem definição, e de algumas proposições aceitas sem demonstração: os axiomas. A partir destes, propriedades são derivadas e teoremas são

demonstrados, seguindo-se as regras da lógica matemática. É natural, portanto, que se considere de suma importância, no processo educativo, a convivência e a prática das demonstrações por professores e estudantes. Entretanto, a realidade nas escolas não reflete essas concepções. Dentre as causas apontadas para a não utilização ou, até mesmo, para a abordagem das demonstrações no ensino-aprendizagem da Geometria, cita-se o fato de os professores não possuírem os conhecimentos geométricos necessários para a realização de tal prática. (FERREIRA, 2008, p. 382).

A prova do Enem é um instrumento para avaliar os alunos, o que não é fácil em um país tão grande e com tantas diferenças sociais e culturais, mas o que deve ser levado em conta é que se fosse preparado hoje um novo currículo do ensino médio, tendo como base a prova do Enem, o currículo teria uma redução de aproximadamente 41%, por causa dos assuntos que são deixados de fora da prova, por ser difícil encontrar aplicações ou contextualizações.

Ainda segundo GARBI (2009) nos deparamos com várias incoerências no ensino, dentre elas:

Adolescentes estão sendo levados a decorar sem entender grandes quantidades de fatos matemáticos, como a lei dos senos, e impede-se que os professores cobrem a memorização da tabuada? E os elaboradores dos exames do ENEM esforçam-se para evitar proposições de questões que exijam o emprego de fórmulas memorizadas, mas não tem ações para melhorar o conteúdo de matemática demonstrativa nos livros didáticos na verdade estamos diante de um quadro de hipocrisia pedagógica. (GARBI, 2009, p.1).

Alunos que se saem bem nas avaliações são provenientes de escolas estruturadas, com professores qualificados e bem remunerados, escolas com laboratórios e sem salas superlotadas. Com o aumento na qualidade da educação poderemos, em longo prazo, diminuir a desigualdade em avaliações como o Enem.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENEVIDES, Carolina. Todos pela Educação compara notas do Pisa e mostra que país avança devagar. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/educacao/todos-pela-educacao-compara-notas-do-pisa-mostra-que-pais-avanca-devagar>>. Acesso em: 05 jul. 2011.
- FERREIRA E. Barra, O resgate das demonstrações: uma contribuição da Informática à formação do professor de Matemática, ABRAPEE, volume 12 número 2, Julho/Dezembro de 2008
- GARBI, Gilberto. Decorar é preciso Demonstrar também é. Revista do Professor de Matemática, Número 68, 1º semestre de 2009.
- GARBI, Gilberto. C.Q.D. - Expressões e demonstrações sobre conceitos, teoremas e fórmulas essenciais da geometria, São Paulo: Livraria da física, 2010.
- INEP. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados retirados do site do Inep em 01/11/2010. <http://sistemasideb.inep.gov.br/resultado/>
- LINDQUIST, Mary M. Aprendendo e ensinando geometria. Editora Atual, 2005.

MORAIS FILHO, Daniel Cordeiro de. Manual de Redação Matemática. Fabrica de Ensino, 2010.

MORAIS FILHO, Daniel Cordeiro de Um convite a matemática. Fabrica de Ensino, 2010.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. Editora pedagógica universitária, 2011.

SADOVSKY, P. O ensino de Matemática hoje: Enfoques, sentidos e desafios. São Paulo:Ática, 2007.

() Guia do estudante – Enem 2011, portal do Inep. Disponível em:

<<http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores>>.

Acesso em: 15 mai. 2012.

() Acessoria de comunicação social do ministério da educação. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=768&itemid=>. Acesso em: 15 mai.

2012

VI. COPYRIGHT

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



PRIORIZAÇÃO NA EXECUÇÃO DE PROJETOS EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO UTILIZANDO UMA ABORGAGEM MULTICRITÉRIO

RUY GOMES DA SILVA¹; MARIA TERESINHA ARNS STEINER².
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ - PUCPR
ruyrags@gmail.com¹; maria.steiner@pucpr.br²

Resumo – Devido a crescente competitividade globalizada, as empresas necessitam investir em melhorias e adaptações de seus processos produtivos visando obter vantagem competitiva frente aos seus concorrentes. Essas adaptações envolvem, dentre outros, aquisição de novas tecnologias e equipamentos, programas de manutenção do pátio fabril, execução de novos projetos e contratação de serviços. Porém, tomar a decisão de qual projeto priorizar é uma tarefa muito complexa, pois depende de vários critérios a serem definidos pela própria organização. Este estudo foi realizado em uma empresa de produção de Alumina e tem por finalidade auxiliar o tomador de decisão na escolha de qual projeto será priorizado com base em preceitos técnicos. Desta forma, o estudo utiliza uma metodologia de Apoio Multicritério à Decisão (ou Multicritéria Decision Aid; AMD), a Análise Hierárquica de Processo (ou Analytic Hierarchy Process; AHP), com os critérios definidos pela própria equipe de especialistas do processo da empresa juntamente com o departamento de implementação de projetos. O resultado obtido pelo método mostrou-se eficiente, auxiliando o tomador de decisão na assertividade da escolha, proporcionando uma justificativa técnica aos solicitantes dos projetos, que poderão analisar os motivos pela aceitação (ou não) de seus projetos assegurando, desta forma, um dos mais importantes valores da organização que trata da transparência nas informações.

Palavras-chave: Tomada de Decisão. Multicritério. Análise Hierárquica de Processo.

I. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a produção mineral teve a prospecção no início da década de 1930, no qual se pregava o liberalismo econômico para exploração de terras na região (MONTEIRO, 2005). Segundo este autor, atualmente, a produção de minério de ferro e bauxita já se consolidou nos moldes do processo produtivo adotado pelas empresas ao redor do mundo. O Brasil ocupa uma posição de destaque na produção de minério de bauxita, com a 5ª maior reserva do mundo, com uma produção que foi estimada no ano de 2010 na ordem de 29 milhões de toneladas (IBRAM, 2011).

Uma cadeia produtiva de minério é extremamente complexa, já que é um sistema ligado por inúmeros subsistemas. Castro Neto (2006) define a cadeia produtiva de minério, como exploração na mina, transporte, beneficiamento do minério, exportação e produção de bens. Ou seja, existe uma longa cadeia produtiva que deve estar alinhada para a obtenção do sucesso no sistema como um todo, além da ligação com distribuidores e fornecedores que aumentam esta extensão sistemática.

Além do correto funcionamento dos equipamentos para a sustentabilidade do processo produtivo, as empresas necessitam aplicar recursos para manutenção de sua estrutura física, realizando projetos internos para estes fins, visando melhorar não somente seus processos para o aumento da produtividade, mas também as implementações em segurança, ergonomia, meio-ambiente e redução de custos.

Este estudo objetiva propor um método de priorização para realização de projetos da linha do processo produtivo em uma indústria refinadora de bauxita para a produção de alumina, utilizando o método de apoio à tomada de decisão, o Processo de Análise Hierárquica (ou *Analytical Hierarchical Process*; AHP) garantindo esta priorização de acordo com as necessidades da organização. Além disso, partiu-se do princípio de que a realização de tais projetos, leva em consideração não somente os seus custos, mas também o quão são importantes para o processo produtivo, não sendo relevante a opinião e anseios unilaterais de alguns gestores da organização, mas sim o conhecimento dos especialistas de cada setor da área de produção que conhecem sua real importância.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 a fundamentação teórica, seguida da problemática na seção 3, na seção 4 a metodologia aplicada e nas seções 5 e 6 os resultados, discussão e conclusões.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

II.1 Gestão de projetos

Segundo Chiavenato (2006), as empresas podem ser classificadas como pequenas, médias ou grandes. É evidente que quanto maior sua dimensão, maior será a complexidade organizacional e consequentemente, mais complexos serão os processos de decisão. Empresas nas quais é preciso fazer um grande controle no processo de seleção e gerenciamento de projetos, necessitam com mais frequência utilizar novas tecnologias que auxiliem em suas decisões.

Segundo o *Project Management Institute (PMI; 2004)*, um projeto pode ser definido com um esforço temporário para criar um bem ou serviço único e o gerenciamento de projetos pode ser definido como a arte de coordenar atividades com o objetivo de atingir as expectativas dos *stakeholders*, ou seja, as partes interessadas neste processo, como os acionistas, investidores ou até mesmo os gestores da organização.

Project Management Institute (PMI; 2004), também, enfatiza que o gerenciamento de um projeto é composto pelas seguintes áreas de conhecimento: integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, aquisição e riscos. A presente pesquisa delimitou seu estudo na área de tomada de decisão em sobre qual projeto priorizar a execução, corroborando com os critérios exigidos pela empresa.

Nas mais diversas áreas de aplicação, bens e serviços, processos e produtos são produzidos por projetos, o que pode ser demonstrado pelo aumento do número de empresas que estão adotando a metodologia de gerenciamento de projetos (KERZNER, 2001).

Shenhar (2001) enfatiza também a importância da categorização de projetos e propõe uma classificação em quatro níveis de incerteza tecnológica e três níveis de complexidade dos sistemas, de acordo com a hierarquia de sistemas e subsistemas. Para o autor, as organizações deveriam adicionar um passo formal de classificação de projetos à fase de planejamento.

Engwall (2003) é enfático em afirmar que se devem relacionar os projetos ao seu contexto histórico e organizacional. Entender projetos em uma perspectiva de sistema aberto e em uma abordagem contingencial pode minimizar conflitos na sua execução. Portanto, alinhar as metodologias de gerenciamento e estruturas organizacionais em projetos torna-se necessário e primordial na estratégia das empresas.

II.2 Apoio Multicritério à Decisão

O Apoio Multicritério à decisão se baseia em um método matemático que requer a escolha de um algoritmo. Esses modelos e o desempenho do algoritmo caracterizam-se por apresentar número n de parâmetros de natureza, muitas vezes, subjetivas. Atribuir valores a esses parâmetros é uma tarefa difícil, já que esses valores muitas vezes estão sujeitos a incertezas e imprecisões (DIAS e CLÍMACO, 2000).

O objetivo principal de uma ferramenta de apoio à decisão é aprimorar sua racionalidade, ou seja, aumentar a perspectiva de que uma escolha conduza um resultado satisfatório. Escolha racional pode ser definida como sendo aquela que se baseia em tudo o que o decisor sabe, julga e sente, satisfazendo suas preferências de forma eficaz e lógica. A racionalidade em uma decisão melhora sua qualidade na medida em que se baseia em todo o conhecimento e expertise disponíveis, além de tornar transparentes as motivações subjacentes (BROWN, 2005).

Até o final da década de 1960, os métodos de otimização, em ambientes de tomada de decisão, estavam baseados em modelos matemáticos de Programação Matemática que tinham por meta solucionar um problema com uma única função objetivo (MOREIRA, 2007). A necessidade em avaliar pela otimização clássica não conseguia integrar todos os critérios em uma única resposta, ora se preocupando com a minimização dos custos, ora com a maximização do lucro (GOMES *et al.*, 2004).

O Apoio Multicritério à Decisão pode ser visto com um conjunto de métodos que se prestam a tornar claro um problema, no qual as alternativas são avaliadas por múltiplos critérios, os quais são conflitantes, na maioria dos casos (GOMES *et al.*, 2009).

Havia grande necessidade de se analisar os problemas a partir de mais de uma dimensão, onde todos os critérios são estudados de forma conjunta. Segundo Cavalcante e Almeida (2005), essa nova metodologia ficou conhecida como AMD, a qual procura fornecer soluções para múltiplas alternativas em função de diferentes critérios que, na maioria dos casos, são conflitantes. Belton e Stewart (2002) afirmam que é a situação na qual, dado um conjunto de alternativas, uma delas se sobressai dentre as demais em função do objetivo do processo de escolha, sendo influenciada por diferentes critérios. Este tipo de metodologia surgiu primeiramente na França e, em seguida, nos EUA e ficou definida como duas Escolas: a Francesa e a Americana.

O processo de escolha do método multicritério a ser utilizado como apoio à tomada de decisão no problema depende de vários fatores tais como: as características do problema, o contexto, a estrutura de preferência do decisor, e o tipo de problemática (ALMEIDA e COSTA, 2003).

II.3 Analytical Hierarchical Process, AHP

O AHP é um método de análise multicritério, desenvolvido por Thomas Saaty em 1970, que consiste em uma interessante ferramenta de suporte a decisão. Esta ferramenta permite o envolvimento na análise de variáveis quantitativas e qualitativas, além de solucionar problemas complexos de forma simples, pois possibilita a verificação de aspectos ou alternativas dos problemas de forma isolada (FORMAN e SELLY, 2001; SAATY, 1980).

Esse método utiliza uma estrutura hierárquica de objetivos através de comparações paritárias entre os critérios e entre as alternativas em função de cada critério adotado. Em um primeiro momento, os decisores envolvidos no problema, devem definir a Matriz Hierárquica de Decisão, na qual deverão definir o objetivo do problema. A matriz deve estar composta em seu topo com o objetivo, seguido pelos critérios de decisão adotados e posteriormente pelas alternativas e, em alguns casos, pelas sub-alternativas. Cada fase da matriz é chamada de nível de decisão, como apresentado na Figura 1 a seguir.

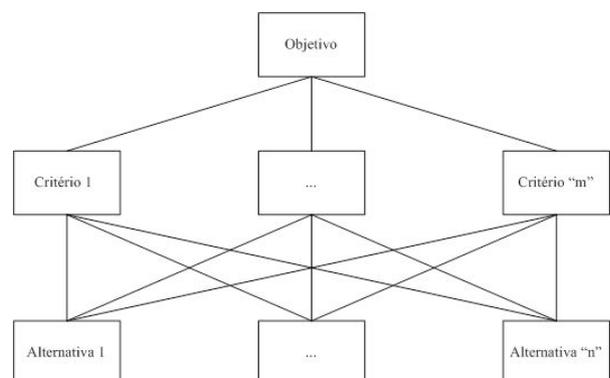


Figura 1 - Matriz Hierárquica de Decisão

Para a definição dos pesos de comparação é usada a Tabela Fundamental de Saaty, conforme Tabela 1 a seguir. Nesta tabela têm-se os valores de 1 a 9, onde cada valor possui a relação de importância deste peso com a importância do julgamento verbal, ou seja, a atribuição

pela qual o peso deve ser usado. Essa classificação deve ser feita para os critérios usados e para as alternativas propostas.

Tabela 1 - Escala verbal para comparações pareadas de atributos.

Julgamento Verbal	Equivalente Numérico
Extremamente importante	9
Muito fortemente importante	7
Fortemente importante	5
Moderadamente importante	3
Igualmente importante	1
Valores intermediários entre as opiniões adjacentes	2,4,6,8

Fonte: Saaty (2008)

Em seguida Colin (2007) propõe a comparação paritária entre os critérios e entre as alternativas com os critérios, conforme equação (1). Neste momento, as comparações devem ser dispostas na matriz de comparações, conforme a equação 2, onde cada par deve ser analisado para obtenção dos pesos. Ou seja, admitindo um conjunto qualquer de alternativas $a = [a_{ij}]$, tem-se:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_j \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_j \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_i/w_1 & w_i/w_2 & \dots & w_i/w_j \end{bmatrix} \quad (2)$$

Na sequência, Gomes *et al.* (2009) explicam que é necessário somar os valores de cada linha da matriz (2), para obtenção dos valores da prioridade e, em seguida, obter a média de cada elemento da matriz (ou prioridade relativa) dividindo a prioridade pelo número de critérios. Na sequência é preciso calcular o produto da matriz dos valores normalizados e os da prioridade relativa, usando o método dos autovalores e autovetores, conforme equação (3).

$$\hat{A}\hat{W} = \lambda_{\max} \hat{W} \quad (3)$$

onde que \hat{A} é a matriz de comparações observadas pelo gestor, λ_{\max} é o maior autovalor dessa matriz e \hat{W} é o autovetor direto. Em seguida, os mesmos autores propõem o cálculo do Índice de Consistência (IC) e do Quociente de Consistência (QC), descritos nas equações (4) e (5), respectivamente.

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad (4)$$

$$QC = \frac{IC}{ICA} \quad (5)$$

onde ICA é o Índice de Consistência Aleatório e pode ser obtido por meio de uma tabela pré-definida dependente do número de critérios. A verificação da consistência da

matriz \hat{A} é dada pelo valor de QC. Caso $QC \leq 0,1$ então diz-se que há consistência (os pesos atribuídos são aceitáveis); caso contrário, o analista deverá rever os critérios utilizados.

Saaty (2008) ainda complementa comentando que esta normalização, além de verificar a consistência do método, também serve para reduzir a heterogeneidade existente entre as alternativas ou critérios.

Agregação das prioridades é o resultado final da análise, quando as alternativas são agrupadas em ordem hierárquica em função dos valores da prioridade, gerando uma matriz de vetores prioridades PC, onde o maior valor indicará a melhor alternativa, conforme a equação (6).

$$PC = P_{i+1} \times P_i \quad (6)$$

onde os valores de P_{i+1} e P_i são os vetores de prioridades relativas calculados nas matrizes de comparação paritária dos níveis estudados.

III. PROBLEMÁTICA

A empresa estudada vive em constante busca de melhoria do seu processo produtivo a fim de aumentar seu poder competitivo no mercado, maximizando seus lucros e, principalmente, reduzindo seus custos de produção. Para isso necessita de investimentos em melhorias, e tais melhorias são executadas por intermédio de implementações de projetos.

A empresa estimula seus funcionários a sugerirem melhorias com novas ideias que poderão ser transformadas em projetos, sendo que tais ideias devem seguir critérios pré-estabelecidos que corroborem com os valores da organização, tais como segurança do trabalho, controle de ocorrências ambiental, ergonomia, melhoria na qualidade do produto final, dentre outros, e também que contribuam para a redução dos custos operacionais.

O regime de trabalho da empresa segue o regime de turno, com cinco turmas, fazendo rodízio entre si, mantendo a fábrica em operação por 24h ao dia e 7 dias por semana.

Cada equipe, por intermédio de seu gestor imediato, apresenta suas propostas para o gerente da área que, por sua vez, encaminha as solicitações à equipe de engenharia. Esta equipe, em um primeiro momento, agrupa as solicitações fazendo uma prévia seleção e ordenação das mesmas de acordo com suas características.

Após este processo, fica a difícil tarefa de verificar qual solicitação, ou seja, qual projeto será executado primeiramente, visto que nem todas as solicitações poderão ser realizadas devido as limitações orçamentárias. Na empresa o orçamento de investimentos em melhorias deve ser concluído em Setembro do ano corrente para realização no ano seguinte.

A empresa não possui uma metodologia que auxilie o gestor da área a definir qual projeto será realizado, ou priorizado, tão pouco como ordenar tais projetos. Esta escolha ou priorização é realizada em uma reunião com todos os gestores da equipe de turno que deverão entrar em um consenso nesta definição. Porém, nem sempre este consenso satisfaz todas as partes, pois como se torna uma troca de opiniões, esta escolha acaba sendo influenciada pelo poder de persuasão de cada gestor, e também sofre

influência do grau de maturação do mesmo na função. Desta forma, os gestores com menos tempo na função tendem a ter os projetos de sua equipe não realizados.

Com a problemática observada foi sugerido à empresa esta abordagem multicritério, sendo que os gestores não iriam participar das escolhas e classificação dos critérios, a fim de evitarem a distorção da metodologia. Os responsáveis pelas escolhas e pontuação dos critérios seriam os especialistas de processo, que tratam o assunto de forma imparcial, priorizando não o atendimento das equipes, mas sim o quão o projeto beneficiará a organização como um todo.

IV. METODOLOGIA

Os dados foram obtidos junto a uma grande empresa que atua no processo de produção da alumina na região norte do país e referem-se a priorização na contratação e execução de projetos para os seus diferentes setores. O seu processo de produção consiste, basicamente, na extração da alumina que está contida na bauxita, através de reações químicas com auxílio da soda cáustica com temperatura superior à 140°C, processo este denominado de Processo Bayer, desenvolvido em 1888 por Karl Josef Bayer (SILVA FILHO, ALVES e MOTA, 2007).

A empresa possui um elevado número de equipamentos, como bombas centrifugas, tanques, digestores, moinhos, fornos, válvulas, entre outros, cada um com seus respectivos custos e suas respectivas funcionalidades e grau de importância no processo produtivo. As equipes da operação fazem as solicitações das necessidades de reparos em seus equipamentos; essas solicitações devem atender às normas de segurança, ergonomia, proteção ambiental e melhorias para o processo. Porém como a demanda de solicitações para compra de materiais é elevada, as solicitações são agrupadas de acordo com as necessidades e criticidade, que posteriormente passam por uma triagem, a fim de facilitar a compra dos materiais e a contratação de serviços.

Para o uso do método proposto neste trabalho foram triados projetos com padrões de necessidades comuns. Os especialistas responsáveis pelos setores atendidos com os projetos e o gestor de setor de contratos foram orientados quanto à metodologia proposta.

Os especialistas convocados determinaram quatro diferentes critérios de avaliação para seleção de equipamentos. Os três primeiros critérios foram baseados na metodologia GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), adaptado para a solução do problema pelo método proposto. O quarto critério foi o usado pelo departamento de contratos da empresa, o custo. O Quadro 1 a seguir, resume os critérios definidos.

Quadro 1 - Critérios usados na problemática.

Gravidade	Quais consequências iriam surgir caso não houvesse o projeto?
Urgência	Quanto de tempo há disponível para ficar sem o novo projeto?
Tendência	O problema poderá ficar maior?
Custo	Definido pelo setor de contratos.

Em seguida, para os projetos que precisavam ser realizados, foram atribuídos pesos com base em uma escala de “1” a “10”, do menos ao mais importante, respectivamente,

apresentados na Tabela 2 a seguir, para a comparação entre os próprios itens, e cada um dos critérios relacionados no Quadro 1. Neste momento, as decisões devem ser coerentes entre os especialistas em função dos critérios para manter a consistência dos dados do método *AHP*.

Tabela 2 - Atribuição dos pesos para os projetos por critério

Projetos	Critérios			
	Gravidade	Urgência	Tendência	Custo
A	8	10	7	6
B	6	6	3	5
C	1	1	2	1
D	6	2	4	8
E	2	3	1	2
F	4	5	5	4

Fonte: Autores 2011

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das prioridades relativas entre as comparações dos critérios mostrou que a “Gravidade” é o critério com maior grau de destaque, quando são obtidos seus valores normalizados, equivalente a 0,375. Isto pode ser justificado, em virtude da fábrica atuar com um processo contínuo (24 horas por dia), logo o defeito em um equipamento deve ser corrigido o mais rapidamente possível, pois as consequências poderão ser a interrupção do processo produtivo, ou, um possível acidente de trabalho, ou, ainda, contaminação ambiental.

Outra justificativa pela “Gravidade” é o elevado grau de importância na qual a empresa lida com as questões de segurança dos funcionários. Equipamentos que necessitem serem trocados podem apresentar diferentes falhas que poderão ocasionar riscos à saúde dos operários, desde leves até graves. O segundo critério, “Custo”, é relevante devido ao setor de contratos precisar manter uma política de orçamento de controle na empresa, também havendo as devidas considerações no momento de decisão. Os dois critérios seguintes, “Urgência” e “Tendência”, estão diretamente ligados com o primeiro critério, segundo a afirmação dos especialistas entrevistados. Os valores das priorizações relativas encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Priorização relativa dos critérios.

Critério	Priorização relativa
Gravidade	0,375
Custo	0,292
Urgência	0,208
Tendência	0,125

Os itens e serviços requeridos pelas equipes de operação foram agrupados e classificados em ordem alfabética de A à F de acordo com as necessidades de cada grupo. O método *AHP* corroborou com as avaliações dos especialistas.

Os itens A, B, e D foram os que tiveram valores mais altos na classificação da priorização final. Tais itens referem-se à melhoria em equipamentos e instalação de dispositivos de segurança, solicitações que visam o aumento na segurança dos operadores em suas atividades rotineiras. Por tratar-se de melhorias relacionadas à segurança das pessoas, elas deverão ter prioridade no momento da compra, visto que um dos valores da empresa é a busca contínua de segurança no ambiente de trabalho. A Tabela 4 apresenta a prioridade final.

Tabela 4 - Prioridade final dos projetos a serem realizados.

Projetos	Valores da Priorização final
A	0,221
B	0,155
D	0,152
F	0,123
E	0,061
C	0,031

Nos critérios usados, todos os itens apresentaram ordem de priorização por critério, do mais importante para o menos importante.

Todos os itens selecionados pelos especialistas serão realizados na ordem de prioridade definida pelo método dentro dos valores da organização, sem haver perda do controle orçamentário para este fim. Havendo critérios para seleção dos serviços, os gestores das equipes ficam sabendo quando e o porquê suas solicitações serão atendidas (ou não), gerando transparência na gestão de recursos, o que é mais um valor da organização, que afirma tomar decisões compartilhadas e serem transparentes nas informações. Outro ponto importante discutido pela equipe é justamente a descentralização da decisão de aquisição pelo setor de compras, já que tal definição será definida pela presente metodologia.

VI. CONCLUSÕES

O método *AHP* mostrou-se adequado para decisão de compras na empresa estudada. A tomada de decisão envolveu todos os especialistas que, antes, eram passivos nas decisões atendo-se, simplesmente, às solicitações. O envolvimento destes atores é fundamental visto que eles sabem da real necessidade dos novos equipamentos.

Outro destaque é a análise individual de cada critério em relação ao item, que permite compreender a importância que cada critério possui e a prioridade de cada equipamento em função da análise individual de um dado critério. Tal fato pode influenciar, ou não, no processo decisório por parte dos agentes envolvidos e também pode auxiliar na tomada de decisão. É um método simples de ser utilizado quando há conflitos de informações.

Também se ressalta a importante mudança de postura e comprometimento da equipe de especialistas, que se sentiu valorizada ao participar do processo ao qual antes eram neutros, bem como a imparcialidade do método que evita qualquer decisão unilateral ou permite a influência ou poder persuasivo de qualquer gestor, permitindo que os gestores com menos tempo na função tenham igual possibilidade de realização de seus projetos.

Destaca-se também a importância da sistematização de uma boa ferramenta que, além de proporcionar critérios, deixa claro os motivos pelos quais tais projetos foram selecionados (ou não). Assim sendo, os gestores têm como justificar às suas equipes tais motivos, mantendo sua gestão transparente, sem se contrapor aos valores da organização.

Para estudos futuros pretende-se abordar outros métodos da Teoria da Decisão para contribuir com a empresa usada neste estudo como, por exemplo, os métodos da Escola Francesa que envolvem outros tipos de análises.

VI. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S.** Aplicações com Métodos Multicritérios de Apoio a Decisão. *Universitária UFPE*, Recife, 2003.
- BELTON, V; STEWART, T. J.** Multiple criteria decision analysis: An integrated approach. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BROWN, R.** Rational Choice and Judgment Decision Analysis for the Decider. *John Wiley & Sons, Hoboken*, 2005.
- CASTRO NETO, L. R.** *Modelagem e simulação da cadeia produtiva do minério de ferro*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
- CAVALCANTE; C. A. V. e ALMEIDA, A. T.** Modelo Multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando Promethee II em situação de incerteza. *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 2, p. 279-296, 2005.
- CHIAVENATO, I.** *Administração: Teoria, Processo e Prática*. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006.
- COLIN, E. C.** *Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas*. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- DIAS, L.C.; CLÍMACO, J.N.** Shortest Path Problems with Partial Information: Models and Algorithms for Detecting Dominance. *European Journal of Operational Research*, **121**, 16-31, 2000.
- ENGWALL, M.** No project is an island: linking projects to history and context. *Research Policy*, v. 32, n. 5, p. 789-808, 2003.
- FORMAN, E. e SELLY, M. A.** *Decision by objectives: how to convince others that you are right*. New Jersey: World Scientific, 2001.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. e ALMEIDA, A. T.** *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G. e CARIGNANO, C.** *Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO.** *Informações e Análises da Economia Brasileira 5º ed.* Disponível em: <www.ibram.org.br>. Acesso em: 01 abr. 2011.
- KERZNER, H.** Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. New York: *John Wiley & Sons*, 2001.
- MONTEIRO, M. A.** *Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional*. *Estudos Avançados*, v 19, n.53, p.187-207, 2005.
- MOREIRA, R. A.** *Análise Multicritério dos projetos do Sebrae/RJ através do Electre IV*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração); Faculdade de Economia e Finanças – IBMEC, Rio de Janeiro, 2007.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI.** A guide to the project management body of knowledge (PMBOK). *Maryland*, 2004.
- SAATY, T. L.** *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill, 1980.

_____. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Services Sciences*, v. 1. n.1, 2008.

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M. e MOTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. *Revista Matéria*, v.12, n.2, p.322-338, 2007.

SHENHAR, A. J. One size does not fit all projects: exploring classical contingency domains. *Management Science*, v. 47, n. 3, p. 394-414, 2001.

VII. COPYRIGHT

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



CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DA SUPERFÍCIE DE PASTILHAS DE METAL DURO TRATADAS POR MICROJATEAMENTO PARA ADERÊNCIA DE REVESTIMENTO PELO PROCESSO PVD

ALDEMBAR DE ANDRADE SARMENTO^{1,2}; CLOVIS VELECICO^{1,3}; GILBERTO WALTER ARENAS MIRANDA¹; JOSÉ CARLOS FORTES PALAU¹

1 - UNITAU - UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ; 2 - IFRJ- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO, CAMPUS PARACAMBI;

3 – IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, CAMPUS SÃO PAULO
aldembarsarmento@gmail.com

RESUMO - O objetivo deste trabalho é realizar a caracterização microestrutural (rugosidade, microdureza e microestrutura) da superfície preparada por microjateamento abrasivo a seco para possibilitar a aderência de revestimento pelo processo PVD (Deposição Física de Vapor), em pastilhas de metal duro utilizadas em processos de usinagem. As superfícies das pastilhas foram preparadas através de microjateamento abrasivo a seco utilizando-se granalhas de aço de perfil angular, para a produção de um perfil de rugosidade favorável à ancoragem do revestimento a ser aplicado. Foi realizado microjateamento em dez pastilhas, cinco com pressão de jateamento de 60 psi. e cinco com pressão de 80 psi., em ambos casos utilizou-se um tempo de jateamento de 120 segundos. Os valores da rugosidade superficial (R_a) medidos em lugares previamente definidos, nestas dez pastilhas foram comparados com os valores obtidos nas pastilhas fornecidas pelo fabricante após sinterização. Verificou-se através de método estatístico (ANOVA) que os valores das rugosidades superficiais podem ser considerados estatisticamente iguais, porém as micrografias obtidas das superfícies microjateadas mostram alterações na morfologia dessas superfícies, que de alguma forma poderão influenciar no mecanismo de adesão do revestimento a ser depositado pelo processo PVD, o que serão objeto de pesquisas posteriores dos autores.

Palavras chaves: Preparação de Superfície. PVD - Deposição Física de Vapor. Revestimento. Rugosidade.

I. INTRODUÇÃO

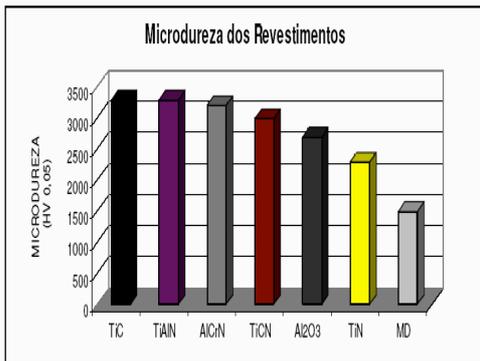
A preparação adequada da superfície é de fundamental importância na aderência de revestimento depositado sobre o substrato. A técnica de preparação de superfície por microjateamento abrasivo a seco com granalha de aço é uma técnica largamente utilizada na indústria metal-mecânica para limpeza, acabamento da superfície, deixando a superfície pronta para receber um novo tratamento superficial, criando-se um perfil de rugosidade favorável à aderência do revestimento a ser aplicado. Porém, existem poucos registros da aplicação dessa técnica na preparação de substrato de metal duro para aderência de revestimento.

A ciência e tecnologia de filmes finos (revestimentos) tem cada vez mais aplicação nas indústrias de alta tecnologia, entre as quais podemos citar os fabricantes de ferramentas de usinagem. Com o surgimento da nanotecnologia, os revestimentos ganharam grande importância para o desenvolvimento de novas ferramentas. Nos últimos anos houve uma enorme evolução na qualidade das ferramentas de corte. Esta não é somente impulsionada pela necessidade de incremento das velocidades de corte, mas também pela aplicação da usinagem de materiais endurecidos e de novas ligas de materiais, permitindo melhoria no processo de corte e extensão da vida das ferramentas (MARCELINO *et al*, 2004). Esse fato, entretanto, submete as ferramentas de corte a esforços mecânicos elevados, aumentando a temperatura de trabalho e acelerando o processo de desgaste (STEMMER, 2001).

Num processo produtivo em série, alguns critérios são de essencial importância para a indústria, entre os quais podemos destacar mínimo custo, máxima produção e qualidade do produto em razão de sua aplicação, seja do ponto de vista do acabamento superficial, seja da tolerância dimensional.

Na deposição de revestimentos é necessária a preparação da superfície do substrato da ferramenta. As propriedades de um revestimento independente do processo de deposição dependem de alguns fatores entre os quais podemos destacar a condição da superfície do substrato antes e pós-limpeza, assim como a modificação da superfície do ponto de vista da rugosidade.

Os principais revestimentos utilizados em ferramentas de metal duro segundo Holmberg e Matthews (1994), Van Stappen *et al*. (1995), Sandvik (2012) são: o Carboneto de Titânio-TiC, Nitreto de Titânio-TiN, Óxido de Alumínio- Al_2O_3 , Nitreto de Titânio e Alumínio-TiAlN, Nitreto de Alumínio titânio e Cromo- $AlTiCrN$. Ensaio realizados em laboratório apresentaram variações nas microdureza de revestimentos (Gráfico 01), que servirão de parâmetros na comparação das microdurezas encontradas nos substratos (ferramentas) após aplicação do revestimento.



II. MATERIAL E MÉTODOS

Na realização do presente trabalho foram utilizadas pastilhas de metal duro Classe CG 1105, CNMG 120408-QM, sem cobertura, fabricada pela Sandvik, indicadas para usinagem de aço inoxidável. As pastilhas de metal duro classe CG 1105 são indicadas também para serem revestidas pelo processo PVD. As pastilhas de metal duro utilizadas na experiência são do mesmo lote de fabricação, submetidas aos mesmos parâmetros inerentes ao processo de fabricação da metalurgia do pó.

Os ensaios de microjateamentos abrasivos nos substratos das pastilhas de metal duro foram realizados em dez amostras (cinco para cada tipo de pressão) com a utilização de granalhas de aço de perfil angular, (Figura1), pressão de jateamento de 60 psi (cinco amostras) e 80 psi (cinco amostras), bico de jateamento de diâmetro 12,0 mm, tipo Venturi longo, com um tempo de exposição ao jateamento de 120 segundos, comum a todas as amostras. Fabricadas de acordo às especificações das normas SAE J444, SAE J-827 y SAE J- 1993, estrutura da granalha é martensítica, totalmente fina e homogênea, tendo a seguinte composição química:

Tabela 1 - Composição química das granalhas de perfil angular

Carbono (C) 0.80 % - 1.20 %
Magnésio (Mn)
S-110 0.35 % - 1.20 %
S-170 0.50 % - 1.20 %
≥ S-230 0.60 % - 1.20 %
Silício (Si) > 0.40 %
Fósforo (P) ≤ 0.05 %
Enxofre (S) ≤ 0.05 %

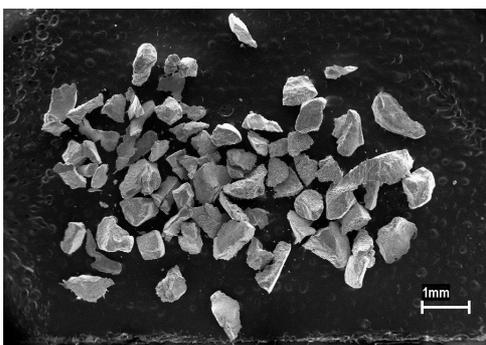


Figura 1 - Grãos de granalha de aço angular com aumento de 29x no MEV

Foram realizadas medições de microdureza conforme norma ABNT NBR NM ISO 6507- HV 0,5, utilizando-se um Microdurômetro da marca PANAMBRA, Modelo HXD-1000TM com penetrador Vickers, ampliação de 40X, carga 4,90N. Em cada pastilha foram levantadas cinco medidas nas superfícies distância paralela de 2mm da aresta de corte principal obtendo-se um valor médio de dureza com força baixa (HV).



Figura 2 - Microdurômetro Modelo HXD- 1000TM

O ensaio da integridade superficial quanto ao acabamento superficial dos ângulos de incidências das arestas de cortes das ferramentas antes e após o microjateamento abrasivo com granalha de aço angular. Foi utilizado o Rugosímetro - Modelo SURTRONIC 3+, sendo este calibrado com a utilização de um bloco padrão de forma a evitar erro de medição.

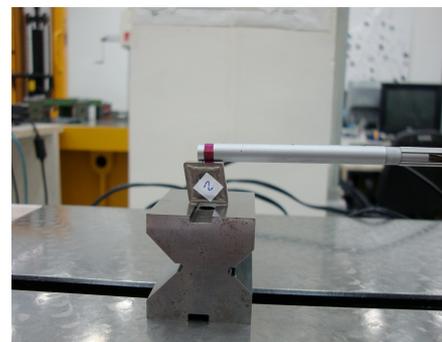


Figura 3- Rugosímetro - Modelo SURTRONIC 3+

Os revestimentos das pastilhas de metal duro foram realizados pela empresa Bodycote, com a utilização do processo PVD, com a técnica de arco catódico, cerca de 2 horas de duração e a uma temperatura de 480°C, tempo total do processo durou cerca de 8 horas (bombeamento até 10⁻⁸ bar, aquecimento, deposição, resfriamento), com um movimento de rotação das pastilhas de 3 rpm.

III. RESULTADOS

A Figura 4 apresenta a micrografia da pastilha de metal duro microjateada com pressão de 60 psi.

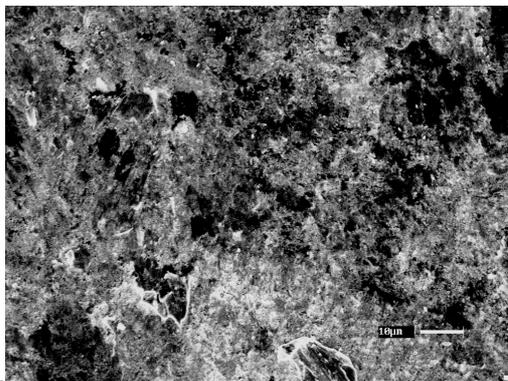


Figura 4 - Micrografia da pastilha microjateada com pressão de 60 Psi, aumento de 1000x no MEV

A Figura 5 apresenta a micrografia da pastilha de metal duro microjateada com pressão de 80 Psi.

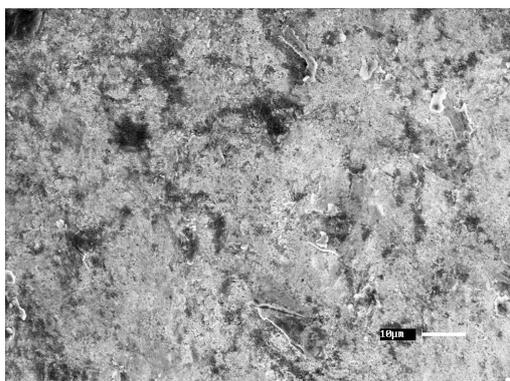


Figura 5 - Micrografia da pastilha microjateada com pressão de 80 psi, aumento de 1000x no MEV

A Tabela 2 mostra os valores encontrados no ensaio de microdureza para a superfície de 60 Psi.

Tabela 2 - Microdureza (HV) para superfície de 60 psi.

Amostras	Microdureza (HV)
01	2048,40
02	2109,90
03	2276,80
04	2076,50
05	2143,80
Média	2131,08
Desvio Padrão	88,97

A Tabela 3 mostra os valores encontrados no ensaio de microdureza para a superfície de 80 Psi.

Tabela 3 - Microdureza (HV) para superfície de 80 psi.

Amostras	Microdureza (HV)
01	2409,60
02	2523,90
03	2232,20
04	2097,60
05	2154,90
Média	2283,64
Desvio Padrão	178,48

A Tabela 4 mostra os valores encontrados no ensaio de microdureza para a superfície de que não sofreu preparação da superfície por microjateamento.

Tabela 4 - Microdureza (HV) das superfícies que não sofreram preparação da superfície por microjateamento.

Amostras	Microdureza (HV)
01	2098,60
02	2232,30
03	2098,10
04	1809,70
05	2121,60
Média	2072,06
Desvio Padrão	156,80

A Tabela 5 mostra os valores encontrados na pastilha de metal duro que não sofreram microjateamento.

Tabela 5 - Valores das rugosidades Ra (μm) das arestas de corte das pastilhas antes do microjateamento abrasivo.

Insertos	Rugosidade Ra (μm)				Média	DP	IC $\alpha=0,05$
	1	2	3	4			
01	0,34	0,30	0,29	0,32	0,31	0,03	0,02
02	0,34	0,26	0,32	0,28			

A Tabela 6 mostra os valores encontrados na pastilha de metal duro microjateadas com 60 Psi de pressão com granalha de aço angular.

Tabela 6 - Valores das rugosidades Ra (μm) com superfícies microjateadas com 60 psi.

Insertos	Rugosidade Ra (μm)				Média	DP	IC $\alpha=0,05$
	1	2	3	4			
01	0,33	0,34	0,27	0,29			
02	0,45	0,36	0,32	0,28			
03	0,29	0,32	0,40	0,34	0,33	0,05	0,02
04	0,32	0,32	0,39	0,31			
05	0,34	0,31	0,27	0,33			

DP= Desvio Padrão; IC= Intervalo de confiança

A Tabela 7 mostra os valores encontrados na pastilha de metal duro microjateadas com 80 Psi de pressão com granalha de aço angular.

Tabela 7 - Valores das rugosidades Ra (μm) com superfícies microjateadas com 80 psi.

Insertos	Rugosidade Ra (μm)				Média	DP	Intervalo de confiança $(\alpha=0,05)$
	1	2	3	4			
06	0,40	0,33	0,30	0,32			
07	0,33	0,30	0,27	0,25			
08	0,30	0,35	0,27	0,30	0,32	0,05	0,02
09	0,33	0,46	0,35	0,28			
10	0,30	0,33	0,32	0,37			

A Figura 6 mostra o histograma com os dados da rugosidade medidas nas pastilhas com e sem microjateamento. Através da interpretação do histograma é possível avaliar o comportamento das amostras, fazer estudos comparativos com os outros valores e condições de ensaios. Conforme podemos observar no gráfico, o valor mais provável de rugosidade das pastilhas de metal duro que não sofreram microjateamento (curva preta) seria de $0,31\mu\text{m}$, quanto as que sofreram microjateamento de 60 e 80 psi (curvas verde e vermelha), apresentaram uma rugosidade mais provável de $0,33\mu\text{m}$, maior que as que não sofreram

microjateamento, isso seria devido ao tratamento de superfícies sofridos pelas amostras microjateadas. A largura da Gaussiana apresentada na figura 6, mostram que as pastilhas que não sofreram microjateamentos (curva preta) é menor, em razão de realização de menor numero de experimentos.

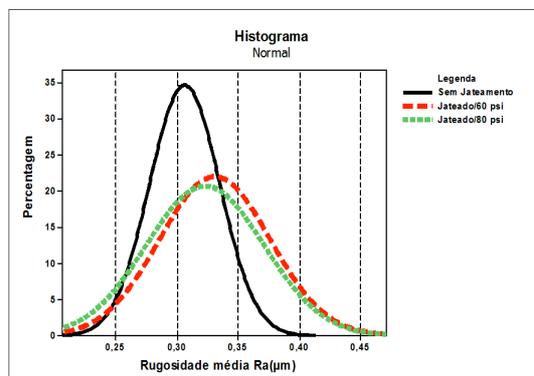


Figura 6 - Histograma

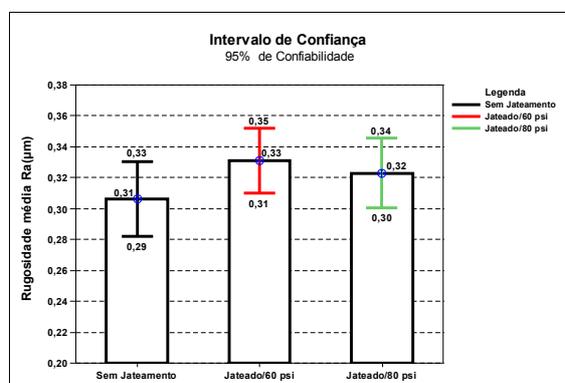


Figura 7- Intervalo de Confiança

Em estatística, um **intervalo de confiança (IC)** é um intervalo estimado de um parâmetro estatístico. Em vez de estimar o parâmetro por um único valor, é dado um intervalo de estimativas prováveis. Quão prováveis são estas estimativas é determinado pelo coeficiente de confiança. Quanto maior a probabilidade de o intervalo conter o parâmetro, maior será o intervalo.

O calotest é uma técnica utilizada para medição de camadas finas de revestimentos, onde o ensaio é realizado por meio de rotação e abrasão de uma esfera de diâmetro conhecido sobre uma superfície revestida, gerando uma calota, figura 8. No ensaio de calotest foi utilizado uma esfera de diâmetro 15,0mm, atingindo uma profundidade máxima de 25,07µm, espessura total das camadas de 16,948µm. Pode-se, também, verificar que a estrutura do revestimento apresentando formação de multi camadas de TiAlN / TiAlCrN, com uma camada na interface com o substrato de CrN. Nos revestimentos produzidos conseguimos ver uma camada mais clara na interface com o substrato (relativamente espessa) seguidos de 5 ou 6 camadas com partes claras de TiAlCrN e partes escuras com TiAlN, terminando o revestimento com TiAlN.



Figura 8 - Calotest do revestimento realizado nas pastilhas

IV. CONCLUSÃO

É possível a preparação de superfície de ferramentas de metal duro com a utilização de granalhas de aço angular, sendo um método de aplicação simples e de baixo custo.

Os ensaios realizados mostram que as durezas encontradas nas amostras estão dentro da faixa desejada, gráfico 01 (ABELE, E. *et. al.*, 2002), e que as pastilhas que não sofreram preparação da superfície apresenta média de durezas menor do que as que sofreram tratamento da superfície, mas do ponto de vista científico só podem ser comparados se as superfícies tiverem o mesmo nível de rugosidade, pois o penetrador utilizado no ensaio pode posicionar-se em crateras ou picos inerentes ao perfil de rugosidade do revestimento que, conseqüentemente, podem afetar os valores medidos.

As micrografias obtidas das superfícies microjateadas mostram alterações na morfologia dessas superfícies (substratos), que de alguma forma influenciarão no mecanismo de adesão do revestimento a ser depositado pelo processo PVD.

Quanto à adesão dos revestimentos, em razão de não ter havido qualquer destacamento nos corpos de prova, chega-se a conclusão de que o resultado inicial foi satisfatório, mas a adesão do revestimento será objeto de pesquisas posteriores dos autores, ocasião em que teremos resultados quanto a qualidade do revestimento do ponto de vista da integridade superficial.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELE, E.; DORR, J. Ferramentas de corte protegidas contra a defasagem tecnológica, *Máquina e Metais*, 38-53, Agosto, 2002.
- ABNT NBR NM ISO 6507.
- Holmberg, K.; Matthews, A. *Coatings Tribology – Properties, Techniques and Applications in Surface Engineering*. Amsterdam, Holanda: Elsevier. 1994. 442 p.
- Marcelino, A. P.; Pierini, H. M.; Mochizuki, S. S.; Schroeter, R. B. Análise do comportamento das ferramentas de cerâmica a base de Si₃N₄ no processo de torneamento de ferro fundido cinzento. In: Congresso Regional de Engenharia Mecânica, 11, 2004, Rio de Janeiro.
- Sandvik- Coromant, Ferramentas para torneamento Catálogo C-1000:8, 2002.
- Stemmer, G. E. Ferramentas de corte I. Florianópolis: UFSC, 2001 – Ed. 5. 249 p. Villares. A. Aços para

construção mecânica: aços para beneficiamento. Aços Villares S.A., São Paulo, 1998.

Van Stappen, M., Stals, L.M., Kerkhofs, M., Quaeys, C. State of the Art for the Industrial Use of Ceramic PVD Coatings. Surface. Coatings & Technology. v. 74-75, pg. 629-633, Elsevier. 1995. 5 p.

VI. COPYRIGHT

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



TRADUÇÃO E LITERATURA: O ÍNDIO CARIPUNA EM *MAD MARIA* DE MÁRCIO SOUZA

ANDRÉIA MENDONÇA DOS SANTOS LIMA ¹; DINALVA BARBOSA DA SILVA ²; NEILA DA SILVA DE SOUZA³; MIGUEL NENEVÉ ⁴

1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR; 2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR; 3 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR E

4 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR

andreamendonsa@hotmail.com

*Resumo - As traduções desempenham papéis importantes na sociedade, principalmente no que diz respeito às relações de poder que estão imbuídas na linguagem. E devido a isso, a tradução tornou-se um instrumento poderoso do processo de colonização e difundiu imagens estereotipadas do local colonizado e dos povos que nele vivia. O presente trabalho estuda a tradução inglesa feita por Thomas Colchie do livro *Mad Maria*, de Márcio Souza, sob uma perspectiva pós-colonialista. Para isso, primeiramente, fizemos uma revisão de literatura, incluindo tradução e pós-colonialismo, e depois com um recorte da história, demos atenção especial aos trechos que dizem respeito ao personagem, o índio caripuna Joe, e procedemos à análise. Ao final, percebemos que o tradutor manteve a postura descolonizadora de Márcio Souza, porém encontramos alguns resquícios de um discurso colonizador, mas que não alterou a mensagem original desta parte da narrativa.*

Palavras-chave: Tradução. Pós-colonialismo. Índio caripuna.

I. INTRODUÇÃO

O homem branco como personagem principal de uma narrativa; os índios, os negros e outros povos como personagens secundários e sem importância, ou apenas como pano de fundo e sem nenhuma voz, são características de uma literatura colonialista. Neste tipo de literatura não é incomum a reprodução de imagens estereotipadas produzidas sobre índios e negros, sendo vistos como selvagens, bárbaros, incapazes de pensar e tomar decisões corretas. Porém, há obras literárias, principalmente as emergentes de uma cultura que sofreu a carga do colonialismo, que fazem um contra-discurso a esta visão do mundo e do ser humano. São obras que consideramos descolonizadoras, uma vez que criticam a crença na superioridade de um povo sobre outro. Esta é uma postura totalmente inversa à ideia do colonialismo, convidando o leitor a refletir sobre velhos conceitos e preconceitos. O amazonense Márcio Souza pode ser considerado um autor descolonizador. Ao produzir o romance histórico *Mad Maria*, recria parte da história da construção da Ferrovia Madeira-Mamoré, dando voz a várias personagens, independente de classe ou raça, demonstrando a visão de cada um dos participantes sobre aquele fato histórico. Um exemplo marcante é o índio caripuna Joe, representante da tribo caripuna, um povo afetado pelo processo de colonização naquelas terras.

Como resultado do sucesso e da inovação deste romance histórico, este livro foi traduzido para o público

estrangeiro, em língua inglesa, por Thomas Colchie. E devido à importância do índio nesta narrativa, é que este trabalho objetiva analisar a tradução dos trechos referentes a esta personagem sob uma perspectiva pós-colonialista e verificar se o tradutor manteve a postura descolonizadora de Márcio Souza, dado que o olhar a partir de outra cultura pode influenciar nas escolhas tradutórias.

II. TRADUÇÃO E PÓS-COLONIALISMO

Os estudos pós-coloniais surgem no final da década de 70, como um novo parâmetro de crítica social. Tais estudos propõem uma nova forma de leitura de textos diversos, permitindo que o leitor vá além de uma análise estética e que penetre em estruturas mais profundas da ficção. Segundo Parry,

A crítica pós-colonialista é enfocada, no contexto atual, como uma abordagem alternativa para compreender o imperialismo e suas influências, como um fenômeno mundial e, em menor grau, como um fenômeno localizado. Essa abordagem envolve: um constante questionamento sobre as relações entre a cultura e o imperialismo para a compreensão da política e da cultura na era da descolonização; o autoquestionamento do crítico, porque solapa as próprias estruturas do saber, ou seja, a teoria literária, antropologia, a geografia eurocêntricas; engajamento do crítico, porque sua preocupação deve girar em torno da criação de um contexto favorável aos marginalizados e aos oprimidos, para a recuperação de sua história, da sua voz, e para a abertura das discussões acadêmicas para todos; uma desconfiança sobre a possível institucionalização da disciplina e sua apropriação pela crítica ocidental, neutralizando a sua mensagem de resistência. (PARRY, 1987 *apud* BONNICCI, 2012, p.20).

Porém, os estudos pós-colonialistas não se delimitam apenas nesse questionamento das relações de poder entre a cultura de um povo e o imperialismo, entre o colonizador e o colonizado. Relaciona-se também com a tradução, pois seu meio de transporte, a língua, tem relação íntima com o

poder. E através dela, um povo pode dominar o outro. Assim, há o fato de que o próprio ato da tradução foi usado como um ato de violência que se deu de diferentes formas durante o período Europeu de expansão de terras e de colonização. Neste aspecto, o tema da tradução nos revela motivos ideológicos, sendo então, comum a concentração em aspectos culturais da tradução. Autores como, por exemplo, Gayatri Spivak, entre outros, estudam as distorções que a tradução dos nativos e colonizados sofreram quando traduzidos para a língua do colonizador, do europeu. Dessa forma, são os estudos pós-coloniais que oferecem abertura para estas reflexões sobre tradução.

A tradução esteve presente em todo o processo de colonização, apesar de parecer-nos uma atividade técnica e neutra. Segundo Young (2003, p138), “nada chega tão próximo da atividade central e da dinâmica política do pós-colonialismo do que o conceito de tradução”¹, pois ela como uma prática, “começa como uma matéria de comunicação intercultural, mas também envolve questões de relações de poder, e de formas de dominação[...]. Nenhum ato de tradução ocorre num espaço neutro”² (YOUNG, 2003, p. 140). E que segundo Bassnett e Trivedi, “[...] a tradução é uma atividade altamente manipulativa [...]. A tradução não é um ato inocente, uma atividade transparente, mas ela é altamente carregada de significados a cada estágio; que raramente, ou nunca, envolve uma relação de igualdade entre textos, autores ou sistemas”³ (1999, p. 2).

Uma das formas de atuação da tradução no processo de colonização pode ser percebida a partir de seu significado literal. “Literalmente, de acordo com sua etimologia latina, a tradução significa carregar, carregar através de. Seu significado literal é, portanto, idêntico ao da metáfora, que de acordo com sua etimologia grega, significa carregar, carregar através de”⁴ (YOUNG, 2003, p.138-139). Nessa semelhança de significados entre as duas palavras, é possível entendermos a tradução como uma metáfora, ou mais especificamente: a colônia como uma tradução. As colônias já nasciam como cópias fiéis de suas metrópoles, como cópias do original, porém, tornando-se uma reprodução distante, que se transformariam mais a frente. Por isso, nomes como: Nova Iorque ou Nova Amsterdã. E conseqüentemente, sendo cópias, volta-se à concepção logocêntrica de tradução, reafirmando o conceito de inferioridade da tradução com relação ao seu original, isto é, as colônias eram inferiores às metrópoles e tinham que se esforçar para serem perfeitas, iguais às metrópoles, além de ter que corrigirem seus defeitos. Assim, a indiana Tejaswini Niranjana sugere-nos que “a tradução molda e toma forma ‘dentro das relações assimétricas de poder que operam sob o

colonialismo’ ”(NIRANJANA , 1992, p.2 *apud* BASSNETT & TRIVEDI, 1999, p.4).⁵

Portanto, numa comparação, poderíamos dizer que o colonizador é o texto de partida e o colonizado é o texto de chegada, mas com um ponto a ser ressaltado, a tradução, neste modelo, se encaixaria numa concepção literal e não numa concepção que leva em conta a cultura do outro e a respeita. Além dessa comparação, outra pode ser feita entre o ato de traduzir um texto e o ato de colonizar: a cultura dos nativos é transformada em uma cultura subordinada do regime colonial, ou pode também ser forçada a modificar a cultura original e ser reconstruída. E como resultado de todo esse ato de tradução, os colonizados eram sempre objetos de tradução de seus colonizadores, primeiro porque suas identidades eram transformadas e depois porque sua imagem era produzida a partir do olhar do colonizador que a levava à Europa. Por isso, Young afirma que “Alguém está traduzindo alguma coisa ou alguém. Alguém ou alguma coisa está sendo traduzido, transformado a partir de um sujeito ou um objeto [...]”⁶(2003, p. 140). Ou seja, na prática, a tradução começava como uma prática de traduzir e manter a comunicação, mas de maneira implícita, envolvia questões de relações de poder e formas de dominação.

No entanto, o discurso de superioridade do original em relação à cópia sofreu um processo de inversão no discurso colonizador. A cópia colonial tornou-se mais poderosa do que o original do nativo, desvalorizando-o. Com isso, tal ideia foi difundida, propagando que a cópia corrigiria as deficiências da versão nativa. Assim, a língua colonial tornou-se culturalmente mais poderosa, desvalorizando a língua nativa uma vez que fora trazida para seu domínio, domesticada e acomodada (YOUNG, 2003, p.140).

Diante do exposto, notamos que a tradução foi um instrumento eficaz usado pela colonização e que serviu ao colonialismo, porém, ela teve significados diferentes entre os colonizadores e os colonizados, que revela-nos motivos ideológicos, concentrando-se a tradução em aspectos culturais. Uma dessas diferenças pode ser exemplificada na fala de Vicente Rafael ao descrever as diferenças entre os colonizadores espanhóis e o povo Tagalog nas Filipinas:

Para os espanhóis, a tradução era sempre uma questão de reduzir a língua e a cultura nativas a objetos acessíveis e sujeitos da intervenção divina e imperial. Para os Tagalogs, a tradução era o processo menos de internalizar as convenções coloniais-cristãs do que evitar seu domínio totalizador pela marcação repetida das diferenças entre sua língua e interesses e daqueles espanhóis.⁷ (RAFAEL, 1988, p. 213 *apud* BASSNET & TRIVEDI, 1999, p. 3)

¹ [...] nothing comes closer to the central activity and political dynamics of postcolonialism than the concept of translation.”

² Begins as a matter of intercultural communication, but it also always involves questions of power relations, and forms of domination.[...]No act of translation takes place in an entirely neutral space [...]

³ [...] translation is a highly manipulative activity [...]. Translation is not an innocent, transparent activity but is highly charged with significance at every stage; it rarely, if ever, involves a relationship of equality between texts, authors or systems.

⁴ Literally, according to its Latin etymology, translation means to carry or to bear across. Its literal meaning is thus identical with that of metaphor, which, according to its Greek etymology, means to carry or to bear across.

⁵ Translation both shapes and takes shape ‘within the asymmetrical relations of power that operate under colonialism’.

⁶ [...] no act of translation takes place in an entirely neutral space of absolute equality. Someone is translating something or someone. Someone or something is being translated, transformed from a subject or an object[...]

⁷ For the Spaniards, translation was Always a matter of reducing the native language and culture to accessible objects for and subjects of divine and imperial intervention. For the Tagalogs, translation was a process less of internalizing colonial-Christian conventions than of evading their totalizing grip by repeatedly marking the differences between their language and interests and those of the Spaniards.

E por causa dessas diferenças de tradução entre os colonizadores e os colonizados, é que Bassnett e Trivedi afirmam na introdução do seu livro *Post-Colonial Translation: Theory and practice*, que este é o motivo pelo qual agora é “reconhecido que o colonialismo e a tradução andaram de mãos dadas”⁸(1999, p.3).

Além deste exemplo, autores como Gayatri Spivak, entre outros, estudam estas distorções que a tradução dos nativos e colonizados sofreram quando traduzidos para a língua do colonizador, o europeu.

De fato, não há como negarmos as relações entre a tradução e o pós-colonialismo. Mas como seria uma tradução à luz da abordagem pós-colonialista, objeto teórico de deste trabalho?

A resposta seria de uma tradução que não seja puramente estética e que considere questões ideológicas, por muito tempo descartadas nas traduções. Uma tradução que respeite a cultura de origem e a de chegada. Uma tradução que reflita o contexto no qual os textos foram produzidos. Uma tradução que não considere apenas aspectos linguísticos, pois um texto envolve muito mais do que um conjunto de palavras e frases, “as traduções estão sempre incorporadas a sistemas culturais e políticos, e na história.”⁹ (BASSNETT e TRIVEDI, 1999, p. 6). Em suma, uma tradução que se afaste de uma política de polaridade. Que busque uma nova política do entre-lugar, para uma reavaliação das potencialidades do espaço liminar, como coloca Homi Bhabha:

[...] nós devemos lembrar que é o “inter” - o fio cortante da tradução e da negociação, o entre-lugar - que carrega o fardo do significado da cultura. Ele permite que se comece a vislumbrar as histórias nacionais, antinacionais, do “povo”. E, ao explorar esse Terceiro Espaço, temos a possibilidade de evitar a política da polaridade e emergir como os outros de nós mesmos (2010, p.69).¹⁰

Assim, a tradução, podemos dizer, portanto, possibilita a ocupação de um espaço entre o original e o traduzido, permitindo assim ampliar a visão de mundo e de suas culturas. Não é, portanto, um ato formador de polos, mas de trocas de ocupar frestas para possibilitar novas leituras.

III. O ÍNDIO CARIPUNA E SUA TRADUÇÃO

Numa atitude diferenciada de outros autores que escreveram sobre Madeira Mamorá, tais como Kurt Falkenburger, Márcio Souza, ao recriar parte da história da construção da Estrada de Ferro Madeira Mamoré em meio à selva Amazônica, não a retrata por meio de suas belezas ou por meio de ideias presentes no imaginário das pessoas, como exótica e selvagem. O autor, numa postura descolonizadora, mostra uma Amazônia repleta de pessoas, principalmente estrangeiros com o interesse de explorá-la e de obter lucros, independente das consequências. E com o intuito de denunciar o selvagerismo do processo capitalista,

recria detalhes não relatados pela história, como: emoções, formas de sentir, atitudes e pensamentos, por meio de recursos ficcionais. Assim, faz uma ruptura com os padrões emanados de uma tradição, dando vozes a personagens marginalizadas pela história, personagens que sempre aparecem como secundárias ou como pano de fundo, que nunca tiveram espaço para falar. Um exemplo disso é o índio caripuna Joe.

Este índio, na narrativa, é uma representação das tribos indígenas afetadas pelo processo de exploração e progresso em meio à selva Amazônica. Ele passa fome após sua tribo ter sido destruída, perdendo seus entes queridos, ficando sozinho e sem lar, e depois tem suas mãos decepadas por alguns trabalhadores daquela ferrovia. É salvo pelo médico local da construção e levado para o hospital da Candelária. Lá, com sua espirituosidade, torna-se querido por todos e faz muitas amizades. Assim, sua amizade com o homem branco está selada.

Além da história pessoal de Joe caripuna, outras situações podem ser notadas por meio de seu olhar, como: as relações entre as diferentes etnias presentes na construção da ferrovia: brancos, negros, índios e amarelos; o retrato dos aspectos culturais de cada povo, suas maneiras diferentes de pensar e de ver o mundo.

Assim, diante da importância do papel de Joe caripuna na narrativa e frente a um contexto histórico, procederemos neste momento uma análise da tradução inglesa e verificaremos como a voz desse índio foi retratada na tradução inglesa. Para isso, fizemos recortes dos trechos que dizem respeito ao índio.

Ao introduzir o índio caripuna no romance, Márcio Souza inicia a passagem sobre o índio, dando-lhe voz e mostrando o seu pensamento sobre o homem branco: “Os civilizados eram uma tribo difícil de entender” (2002, p.40), e sua tradução: “The *civilized* were a difficult tribe to understand” (COLCHIE, 1985, p.28). Depois, continua a descrição da cena, a partir de um narrador onisciente.

De cima de uma grande árvore, dissimulado por entre trepadeiras, ele observava tudo e sentia medo. Não pelos tiros, mas pelas descargas de ódio que os brancos faziam chegar até ali. Sentia medo também porque a luz da vida se apagava frequentemente entre os civilizados e eles não tinham nenhuma cerimônia para honrar os mortos. Era como se a cerimônia dos brancos em relação à morte fosse o próprio ato de trazer a morte, e isto era difícil de aceitar. Os civilizados eram poderosos, fabricavam coisas boas, tinham sempre comida embora não plantassem ou caçassem. Todos os dias ele era obrigado a se encolher de medo porque a onda de ódio vinda dos brancos lhe feria. Ele viu os civilizados sujos de lama levantarem-se e caminharem em silêncio. O civilizado mais velho, que parecia ser o chefe, vinha caminhando ao lado de outro e conversava. O que falavam não era difícil de entender, ela já conseguia falar algumas palavras dos civilizados, mas eles falavam muitas línguas e tinha visto que alguns não compreendiam o seu próprio chefe. (SOUZA, 2002, p. 40- 41)

⁸ [...] now recognized that colonialism and translation went hand in hand.

⁹ Translations are always embedded in cultural and political systems and in history.

¹⁰ Grifos do autor

From the top of a tall tree, invisible among the web of vines, he had seen everything and was frightened – not by the rifle shots but by the furious outbursts of hatred that whites spewed forth echoing through the jungle. It also troubled him that, even though light of life seemed to be extinguished so often among the *civilized*, they possessed no ceremony with which to treat their dead. It was as if only the very act of bringing death to themselves constituted a ceremony, and this he found difficult to accept. The *civilized* were powerful, nonetheless: they could build great constructions and they always had food, though they did no planting or hunting. Yet every day he felt obliged to withdraw in terror, because the intensity of hatred issuing from the *whites* was so painful to behold. He watched the *civilized* who had wrestled in the mud now get up and walk off bitter silence. An older one of them, who was apparently their chief, came walking beneath him together with another, as the two were lost in conversation. That they were saying to each other was not difficult for him to understand; he had already managed to learn to speak many of their words. This, despite the fact that the *civilized* used a number of different languages; for he had observed that some among them did not understand even the language of their chief. (COLCHIE, 1985, p. 28-29)

Neste recorte, temos um índio que não compreende as atitudes dos homens brancos ou civilizados, sente medo dos sentimentos e atitudes deles, também não compreende seus costumes. Juntamente com seus pensamentos, podemos notar alguns detalhes sobre a vida do índio: caçava e pescava para comer; possuía tradições, ou seja, tinha rituais na morte de seus entes; e já começara a se aculturar.

Com relação à tradução desta cena, de um ponto de vista da linguística, percebemos que o tradutor procura fazer a tradução de um texto de partida para um texto de chegada, transferindo significados, resultando no que chamamos de tradução literal e algumas vezes, faz uma tradução de sentido por sentido. Também, faz troca de palavras, como: “ali” traduz por “jungle”, que pode ser uma tentativa de situar o leitor ou lembrá-lo do espaço onde ocorre a narrativa. Acrescenta conjunções, como: “yet” e “nonetheless” que pode ser uma tentativa de deixar as ideias mais claras para o público leitor e traduz a expressão “eles fabricavam coisas boas” por “they could build great constructions”, acrescentando o adjetivo “great”. Nesta tradução, há mudança de sentido do original, pois fica implícita uma supervalorização das habilidades do homem branco, sendo capaz de construir grandes obras, que por outro lado, inferioriza os indígenas, dando a impressão de que não são capazes de grandes empreendimentos. Ainda, ao escrever “civilizados” e “brancos”, ele destaca os termos e os deixa em itálico. Atitude esta, que no conjunto da tradução pode influenciar o significado da mensagem do texto original. No entanto, faremos o julgamento após a

análise de outras partes e observaremos se haverá outras recorrências.

Após a descrição do índio que mostra seu estranhamento com relação a algumas atitudes dos civilizados, o romancista continua a descrição da cena, mostrando que esse índio e outros índios de sua tribo já haviam tido, em algum momento no passado, contato com as armas do branco, em específico: a winchester. Assim como, retrata as consequências deixadas pelo processo exploratório da colonização. Fato este que devemos manter atenção na análise da tradução, pois envolve relações passadas de poder entre colonizado e colonizador, ou seja, envolve um discurso de uma situação histórica que pode estar ligada às raízes culturais e políticas do tradutor.

Quando a chuva caísse, ele tinha de estar protegido. E certamente logo estaria chovendo. Ele não tinha mais maloca, não tinha casa, nem pai, nem mãe, nem irmãos ou parentes. Tudo o que tinha era fome, muita fome. Às vezes ele conseguia roubar comida dos civilizados e devorava sem mesmo sentir o gosto. Às vezes conseguia pegar um peixe e assava numa fogueira e comia, sempre esquecendo do gosto porque estava se alimentando para se manter vivo e impedir que a fome continuasse na barriga, roendo lá dentro como um rato doente. Era um homem magro, pele flácida e terrosa, tinha perdido o viço moreno de sua raça. Era também um homem baixo e cada dia regredia para um estágio em que as sensações pouco contavam, estava envilecido. O ato de roubar os civilizados não tinha para ele nenhuma conotação real de roubo. Ele tirava dos civilizados o que lhe fascinava, e achava que os civilizados possuíam coisas demais e não fariam nenhuma questão. Estava vestido com um calção, puído e sujo e não tirava aquilo há mais de um ano, só quando resolvia tomar um banho no rio se despia, para entrar na água. Não sabia que o calção, presente dos civilizados que andavam com o Pai Rondon, podia ser lavado. [...] Não tinha ilusões, nem sonhos, nem mesmo esperava um dia se tornar pelo menos amigo dos civilizados. Outros irmãos seus tinham tentado e haviam morrido ou agora andavam trabalhando duro em Santo Antônio, bebendo muito e sem mulheres. [...] Já tinha se casado há muito tempo e agora estava sozinho. Sua mulher era uma moça tucatepes de nome muito bom na hierarquia. [...] Viviam numa maloca no alto Mutum-Paraná, já perto dos elevados dos pacaás-novos, com mais vinte e poucas famílias de muitas meninas e meninos e seus velhos sorridentes contando histórias lindas no fim da tarde (SOUZA, 2002, p.87-88).

When the rain should fall he would have to find protection. And it certainly was going to rain hard this time. Yet he had no *maloca*, had no home: no father or mother, no sisters or

brothers, no relatives of any kind. Everything about him amounted to hunger, terrible hunger. Occasionally he would manage to steal some food from the *civilized*, then devour it without even noticing its taste. At other times he would contrive to catch a fish, then fry it on a campfire and bolt it down, always forgetting about the taste, because he was feeding himself to stay alive and to staunch the hunger that ganwed obsessively in his stomach like half-dead rodent. He was gaunt now in stature, his skin flaccid and clayish, having lost the regressed further into a state in which his senses mattered very little; he was becoming decrepit. The act of stealing from the *civilized* had no real connotation of robbery in his mind. He was taking from the *civilized* whatever fascinated him and he presumed that the *civilized*, possessing so much, would have no objection. He was dressed in a pair of foul, stinking shorts and had not worn anything else for over a year, taking them off only when he would decide to have a bath in the river and therefore undress himself to go into water. He did not understand yet that shorts – this pair a gift from one of the *civilized* traveling in the company of the benefactor Rondon- could be washed clean. [...] He had no illusions, no dreams or hopes of one day becoming at least friends with *civilized*. Brothers of his had tried and had died of it... or ended up working savagely hard in Santo Antonio, always drinking, without their women. [...] His own wife had been a Tacuatepe maiden with a very good name in hierarchy. [...] They lived in a maloca along the Upper Mutum-Paraná, not far from the uplands of the Pacaá-Novo, together with a group of twenty families, all with lots of boys and girls, to whom smiling elders would tell amazing stories toward the end of each evening (COLCHIE, p.69-70).

Vemos na tradução deste recorte, que o tradutor mantém-se neutro a maior parte do tempo, mesclando uma tradução palavra por palavra e sentido por sentido, mostrando as consequências da ganância do homem: o índio não tinha mais um lar, não tinha mais uma família para conviver e nem mesmo a presença de outros membros da tribo. Todos tinham sido mortos pelos civilizados durante suas conquistas de terras. O índio estava em meio à floresta, seu lar, mas sem casa. Era obrigado a se esconder em árvores. Os índios a cada vez que o homem branco aparecia eram obrigados a lutar e a fugirem, cada vez mais adentrando a floresta, aproximando da área de outras tribos. Morriam muitos lutando e os que restavam, em poucos números, tentavam viver, porém perdiam, aos poucos, muito de sua cultura, pois já não havia mais números suficientes para manter sua tradição. Agora, os índios sentiam fome e até roubavam, coisa que não existira antes da chegada dos civilizados. Os índios aceitavam presentes do homem branco, ato este que servia para enganá-los, pacificá-los e depois, tirar suas posses. Isso sim era roubar, pois os

civilizados eram conscientes de suas ações. Já, o índio não tinha essa consciência, a ação de “roubar” não era comum em sua cultura, visto que as tribos indígenas procuravam viver em comunhão e compartilhavam as coisas. Contudo, devemos atentar-nos novamente, que todas as vezes que a palavra “civilizados” aparece, o tradutor a deixa em itálico e que há o acréscimo dos adjetivos “hard”, “obsessively” e “savagely” nas seguintes partes: “estaria chovendo” por “going to rain hard”, “a fome continuasse na barriga” por “the hunger that ganwed obsessively” e “andavam trabalhando duro em Santo Antônio” por “working savagely hard in Santo Antonio”. Nestas três expressões, notamos uma ênfase e aumento no sentido, mas é na última expressão que há o comprometimento real da mensagem do texto original, pois “savagely” de acordo com o dicionário Macmillan English Dictionary, significa “uma expressão antiga, uma maneira insultante de descrever alguém ou alguma coisa de uma cultura que não é avançada”¹¹ (2002, p. 1239), assim, voltando-se ao velho estereótipo levado pelos colonizadores durante o processo exploratório e de colonização: o de que os índios eram selvagens.

Podemos dizer que esta inferiorização da raça indígena não é um descuido do tradutor, pois podemos percebê-las em outros trechos também. Vejamos:

“O índio se salvara por um desses milagres inesperados” (p.142) e sua tradução: “That the Indian had been saved at all was a small miracle” (p. 119). E, “Mas o índio de mãos amputadas, e a moça encontrada na floresta, fugindo à regra que parecia estabelecida, estavam se recuperando e eram sinais de que sua função básica ali como médico era salvar vidas e não assinar atestado de óbito” (p.174) por: “Yet the miraculously the Indian with his truncated limbs and the young girl found in the jungle, exceptions to the rule that seemed to govern all else, were now recovering and thereby provided at least a symbolic reminder that his function here as a physician was to save lives, not sign death certificates” (p. 148).

Nestes dois trechos, notamos que a tradução para a palavra “índio” é usada o termo equivalente “Indian”, não há a substituição da palavra “índio” por termos como “selvagem” ou “bárbaro”. No entanto, observamos que as duas frases falam do fato do índio ter sobrevivido e o autor do texto usa a expressão “milagres inesperados”, já o tradutor traduz como “small miracle”, ou seja, um pequeno milagre, podendo perceber, dessa forma, que o tradutor além de não usar um termo equivalente na tradução, parece querer diminuir o tamanho daquele acontecimento, usando “pequeno” ao invés de “inesperado”, palavras estas que têm significados distintos. E na segunda frase, o tradutor acrescenta a palavra “milagrosamente” em sua tradução, dando a impressão de que quer lembrar o leitor que o fato ocorrido com o índio foi um milagre.

Em outra frase em que é a fala de um dos personagens, a do americano Dr. Lovelace, o autor deixa explícito traços de um discurso colonizador, em que a personagem usa termos como “selvagens” e “bárbaros”. Então, observemos a frase e sua respectiva tradução:

[...] Ele foi vítima de seus próprios companheiros, de gente de sua tribo, que por algum costume aberrante, próprio dos

¹¹ *Old-fashioned* and insulting way of describing someone or something from a culture that is not advanced.

selvagens, costuma decepar as mãos de certos jovens previamente escolhidos, numa espécie de sacrifício pagão aos seus deuses bárbaros. Após o revoltante sacrifício, a vítima é abandonada à própria sorte, até morrer [...] (p. 419).

Victimized by his own Brothers, by the members of his tribe who, in some aberrant ritual proper only to savages, are accustomed to hacking off the hands of a number of their younger warriors, thus Joe was mutilated in a kind of pagan sacrifice to their barbarous gods. After such revolting savagery, for which the victim has been carefully chosen, he is customarily abandoned to his own fate until death overtakes him (p. 355).

Nesta tradução, observamos que o tradutor fez um trabalho literal, mas deixou vestígios de um pensamento cultural superior, que vê a cultura do outro como estranha e aberrante a sua cultura, e traduziu o termo “sacrifício” por “selvageria”.

Por fim, depois de relatar a situação social e cultural do índio, Márcio Souza descreve o episódio em que foi encontrado pelos trabalhadores da obra, levado para o hospital e tratado pelo Dr. Finnegan. E nesse período de tratamento, mostra a amizade que o Índio fez com uma das pacientes, a boliviana Consuelo, assim como, sua simpatia e alegria fizeram com que todos naquele local gostassem dele e de suas brincadeiras. Dessa forma, a história do índio continua mostrando seu acultramento até chegar o dia de sua morte causada por sífilis. E na tradução de toda esta parte da narrativa, não há nada que fuja dos padrões de uma tradução, seja ela literal ou livre. O único item que se destaca é o uso de itálico na palavra “civilizados”.

IV. CONCLUSÃO

Diante de todas as situações expostas, percebemos que o tradutor ao traduzir as passagens relacionadas ao personagem, o índio caripuna Joe, não se opôs a nenhuma ideia do autor. Traduziu esta parte da história bem próxima do texto original, usando na maioria das vezes termos equivalentes. No entanto, em meio às traduções, pudemos notar resquícios de um discurso de superioridade, em que a cultura do público leitor está inserida. Thomas Colchie todas as vezes que traduziu a palavra “civilizados” usou o itálico para o destaque, sem nenhuma exceção no uso desse termo, dando a impressão de que os civilizados eram realmente diferentes dos índios, cabendo-lhes destaque, assim, enfatizando a dicotomia civilizados *versus* índios e ressaltando a polaridade que a teoria pós-colonialista propõe desmantelar.

Também, observamos no final da análise que o acréscimo de adjetivos, principalmente “savagely” e a troca de termos: “inesperados” por “pequeno”, “selvageria” no lugar de “sacrifício”, influenciaram de maneira significativa na mensagem do texto original. E é o uso de expressões como estas que percebemos de maneira implícita, o pensamento e a interpretação do autor, influenciados por um discurso antigo de uma supremacia cultural.

Dessa forma, ao analisarmos a tradução da história desse índio no livro *Mad Maria* sob uma perspectiva pós-colonialista, não podemos afirmar categoricamente que o tradutor teve uma postura colonizadora, um discurso de superioridade, visto que as alterações encontradas nesta análise não foram muitas. Podemos sim, dizer que há resquícios de um pensamento cultural superior que está imbuído na vida do tradutor. Porém, as pequenas alterações existentes são suficientes para interferir na postura descolonizadora de Márcio Souza e mudar a mensagem do original.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSNETT, Susan; TRIVEDI, Harish. **Post-Colonial Translation**. Routledge: London and New York, 1999.
- BHABHA, Homi K. **O Local da Cultura**. Tradução de Myriam Ávila, Eliana de Lourenço de Lima Reis, Gláucia Renata Gonçalves. 5ª reimp. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010.
- BONNICI, Thomas. **O Pós-colonialismo e a Literatura: estratégias de leitura**. 2ªed. Maringá: Eduem, 2012.
- SOUZA, Márcio. **Mad Maria**. Editora Record: São Paulo, 2002
- _____. **Mad Maria**. Tradução de Thomas Colchie. Ontário: Avon Books, 1985.
- YOUNG, Robert J. C. **Postcolonialism: a very short introduction**. Oxford: Oxford University Press, 2003.

VI. COPYRIGHT

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



MUDANÇA NO PROCESSO DE COLOCAÇÃO DE *STOP LOGS* NA BARRAGEM DE UMA UHE MINIMIZANDO O TEMPO E A QUANTIDADE NO RESGATE DE PEIXES DOS TUBOS DE SUÇÃO

CÉSARE BARGHETTI JUNIOR¹; FRANCISCO JOSÉ GRANDINETTI²

¹UNIVERSIDADE TAUBATÉ – UNITAU;

²INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA

cesare.junior@terra.com.br

Resumo - Este trabalho tem como objetivo descrever os procedimentos adotados e os resultados obtidos com a mudança no processo de colocação dos *stop logs* e a diminuição no tempo com o resgate de peixes na unidade de geração da UHE estudada. Para obter êxito na operação, aplicam-se procedimentos para a manutenção das Unidades Geradoras (UGs) por meio das etapas: i) Fechamento da comporta (UG); ii) Descida dos *stop-logs* de jusante; iii) Descida dos *stop-logs* de montante; iv) Início do bombeamento da água retida (esgotamento); e v) Operação de resgate dos peixes. Com este estudo e com a mudança colocada em prática os benefícios alcançados foram: i) Diminuição no tempo para o resgate de peixes; ii) Diminuição no tempo de manutenção; iii) Aumento da disponibilidade média; iv) Diminuição do risco de acidentes de trabalho; v) Aumento na produtividade de energia elétrica.

Palavras-chave: Resgate de Peixes. Monitoramento e Conservação da Ictiofauna. *Stop logs*.

Assim, este trabalho tem como objetivo descrever os procedimentos adotados e os resultados obtidos com a mudança no processo de colocação dos *stop logs* e a diminuição no tempo com o resgate de peixes na unidade de geração da UHE estudada.

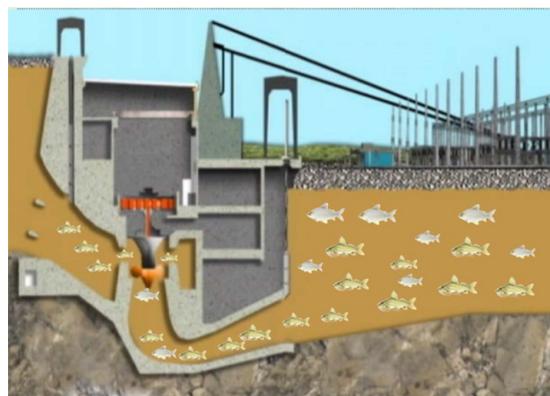


Figura 1. Ilustração da circulação dos peixes

I. INTRODUÇÃO

A Usina Hidroelétrica em estudo esta localizada no rio Tocantins nasce no Planalto Central do Brasil, corre no sentido sul-norte por cerca de 2.500 km, desembocando no estuário do rio Amazonas, seu principal afluente é o rio Araguaia, também nascendo no Planalto Central do Brasil, com uma extensão de aproximadamente de 2.200 km. O grande potencial hidrelétrico da região e sua localização frente aos consumidores da Região Nordeste, tornam a Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia prioritária para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos, com um potencial estimado em 25.300 MW.

As alterações na composição dos recursos aquáticos e a extinção localizada de alguns elementos da ictiofauna são fenômenos inerentes a qualquer represamento (Hahn et al., 2003), assim, o manejo das populações afetadas deve se ter compromissos com a recomposição e manutenção da diversidade (Agostinho, 1994).

Neste sentido, o Programa Ambiental de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna das UHE's desta região prevê a realização de diversas ações visando à caracterização e o monitoramento da dinâmica populacional, reprodutiva e alimentar dos peixes, bem como as suas transformações sofridas em função das alterações ambientais provocadas pela construção da barragem. Uma destas ações inclui o salvamento de peixes em diferentes etapas, compreendendo a construção, o enchimento e operação do empreendimento.

II. PROCEDIMENTOS

Os procedimentos para a manutenção das Unidades geradoras seguem as seguintes etapas:

1. Fechamento da comporta (UG);
2. Descida dos *stop-logs* de jusante;
3. Descida dos *stop-logs* de montante;
4. Início do bombeamento da água retida (esgotamento);
5. Operação de resgate de peixes.

2.1. *Fechamento da Unidade Geradora (UG)*

Deverão ser emitidas previamente pela Sala de Comando as Autorizações de Serviço - AS para o salvamento dos peixes, sempre que possível duas horas antes da parada programada, também se deve mandar o comando de parada de uma UG adjacente com o intuito de atrair os peixes para o tubo de sucção desta. Em seguida liberar vazão pelo vertedouro através dos vãos mais distantes da UG a ser esgotada, com a intenção de propiciar a atração dos cardumes de peixes. Estes procedimentos são vulgarmente conhecidos como "engana peixes" e tem como objetivo reduzir a quantidade de peixes retidos nas UGs.

2.2. Sequência de Operações para fechamento da unidade geradora

O fechamento total das comportas de jusante deverá ser executado no período noturno, no qual, a maior quantidade das espécies de peixes esta em busca de alimento, diminuindo assim o risco de aprisionamento de peixes. O tempo para instalação do ultimo segmento do *stop-log* é de 20 minutos. Segue a sequência de operação:

- Posicionar a ponte rolante com *stop-log* de jusante no vão da UG objeto de esgotamento.
- Parar a UG, fechar a montante com a comporta de serviço (comporta de emergência) e iniciar, o mais rápido possível o fechamento parcial do tubo de sucção com 5 segmentos do *stop-log* alternando entre vãos deixando 1 vão de segmento aberto, porém pré-instalado. O fechamento total somente ocorrerá após a apresentação da equipe de meio ambiente no local para a execução do serviço de resgate.



Figura 2. Ilustração da colocação do *stop log*.

2.3. Esgotamento de Unidade Geradora (UG)

Para que se iniciem as atividades de resgate dos peixes deve se esgotar a UG a qual será executada a manutenção. O tempo médio para esgotamento de cada Unidade Geradora é de 10 horas, porém antes de iniciar o esgotamento deverão ser abertas as válvulas de admissão de ar comprimido, mantendo-as abertas durante toda a operação de resgate de peixes.

Na realização do esgotamento a água deve atingir o nível de inspeção que é de 1 metro no tubo de adução (caixa espiral /caracol), também deverá ser aberto à escotilha de acesso ao pré-distribuidor para a inspeção visual de eventual presença de peixes. Detectados peixes retidos nesta área deverá ser iniciado o resgate. Se necessário, a critério do responsável pelo resgate, promover a renovação da água através do sistema de enchimento até o final do resgate neste segmento. Cumprida esta etapa prosseguir com o procedimento de esgotamento.

Quando a água atingir o nível parcial de esgotamento do tubo de sucção, verificado através do dreno posicionado abaixo da escotilha de acesso deste compartimento, deverá ser providenciada a iluminação adequada.

Após a inspeção para verificação da existência de peixes retidos, são adotados os seguintes procedimentos:

1. Não existindo peixes: o esgotamento total é realizado e se desmobiliza o pessoal envolvido.

2. Existindo peixes: Monta-se a base na porta de inspeção para movimentação do pessoal instala-se a escada para acesso ao fundo do tubo de sucção, providencia-se a carretilha (guincho) para a descida/içamento de materiais de captura e transporte dos peixes, além das sinalizações de segurança de isolamento (limitações) das áreas envolvidas.

Quando for atingido o nível mínimo de resgate do tubo de sucção (0,80 m) deverá ser injetada água nesse compartimento até o final do resgate de peixes, mantendo o nível de resgate através da abertura parcial da válvula de enchimento. O nível d'água de resgate poderá variar em função da necessidade identificada pelo responsável pelo resgate.

Deve-se manter o ralo do tubo de sucção desobstruído de detritos que venham a dificultar o esgotamento, injetando ar comprimido através da tubulação do tubo de sucção.

Notas:

- A montagem da plataforma para inspeção e/ou manutenção da UG somente será iniciada após o resgate dos peixes e reenchimento com água do tubo de sucção;
- As manobras de abertura e fechamento das válvulas devem ser feitas com cautela, de forma lenta e sem esforço excessivo devido à possibilidade da presença de corpos estranhos no interior das tubulações que podem danificar as válvulas.

A operação de resgate normalmente durava em torno de dois a três dias, a partir da aplicação da mudança no processo de colocação dos *stop-logs* o resgate está sendo feito entre um dia a um dia e meio. O volume de água retido entre os *stop-logs* de montante e jusante é de aproximadamente 7.560.000m³, para a UHE estudada que vai diminuindo conforme o escoamento e bombeado.

O resgate consiste na captura dos peixes aprisionados, utilizando inicialmente, rede de arrasto, baldes e puçás de acordo com a quantidade de água no vão. Os peixes resgatados são depositados em um samburá, depois transportados para serem soltos a jusante com auxílio de um guindaste.



Figura 3. Ilustração do resgate de peixes

O bombeamento de água é coordenado pela equipe própria da UHE, atentando sempre para a relação entre quantidade de água disponível e a quantidade de peixes restantes no vão. Além disso, bicos de ar comprimido são utilizados para oxigenação da água, evitando assim, a mortandade de peixes por anoxia (ausência de oxigênio).

A equipe para a execução da operação de resgate é composta por um grupo de pessoas que atuam em várias

áreas, sendo biólogo, técnicos de meio ambiente, ajudantes, além de um operador de guindaste, um operador de bombeamento e um técnico de segurança. O material utilizado na operação é apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Materiais utilizados na operação de resgate da ictiofauna

Quantidade	Descrição dos Equipamentos
1	Rede de arrasto
6	Puçás
5	Baldes para transporte de curta distância
1	Guindaste com samburá para transporte de peixes para fora
1	Barco
2	Camionetes
3	Bombas para esvaziamento da água retida
12	Bicos de ar (oxigenação da água)

A rede de arrasto é usada para direcionar os peixes para uma das laterais e aguardar a retirada pelos funcionários, utilizando os demais apetrechos de pesca. Neste momento, os peixes são coletados com puçás ou, dependendo do tamanho do peixe, individualmente e colocados nos baldes. Os peixes devem ser depositados nos baldes, sem serem "arremessados".

Em alguns casos, quando os peixes são muito grandes, são levados diretamente para o samburá por não caberem no balde.

A equipe de resgate leva os baldes até o tubo que dá acesso ao exterior da barragem e realiza a transferência dos peixes que se encontram nos baldes para o samburá onde serão içados pelo guindaste, sendo conduzidos até o rio (jusante). O número de baldes por samburá depende do tamanho dos peixes e deve ser avaliado no momento do resgate. Deve-se atentar para não encher demasiadamente o samburá com peixes. Não há necessidade de aeração nos baldes. O samburá fica em baixo de um registro e, se necessário, utiliza-se o registro para renovar a água do samburá enquanto aguarda-se o enchimento com peixes. Todas as precauções são tomadas para que os peixes não venham a se ferir e o resgate feito com o máximo de sucesso.

Para a soltura dos peixes no rio, há a necessidade de participação de um trabalhador que irá prender o cabo de aço existente na base do samburá, de modo a tombar o mesmo a uma altura de cerca de 1 m da lamina d'água. O cabo de aço já tem o comprimento correto para o tombo.

O guindaste retorna o samburá até o tubo de acesso, descendo-o até o tubo de sucção e repete-se a operação, se necessário, até a retirada total dos peixes.

Os peixes que vierem a morrer ou já se encontrarem mortos no momento da abertura do tubo de adução e/ou tubo de sucção, serão destinados a locais recomendados pelo IBAMA, que são o aterro sanitário ou para a usina de compostagem.

2.4. Salvamento de peixes

A) Tubo de Adução

Capturam-se os peixes com redes de arrasto, arrastão e puçá, colocando-os em baldes de 20 litros com água, posteriormente os peixes são transferidos para o tubo de sucção e a saída dos peixes é feita pela escotilha do tubo de adução, descendo pela escada que leva ao corredor. No mesmo corredor fica a escada que leva a escotilha superior do tubo de sucção, onde os peixes serão soltos.

B) Tubo de Sucção

A operação é feita normalmente por apenas uma pessoa, procurando cuidadosamente localizar o animal. A pessoa deve caminhar arrastando o pé, de modo a não pisar em alguma arraia. Após a visualização, a arraia é retirada com o auxílio de um puçá e transferida para um balde. Após a retirada de todas as arraias, elas são levadas para o samburá para serem conduzidas a soltura. Não é necessidade de oxigenação nos baldes nesta operação.

Realiza-se por inspeção visual a existência de arraias para serem retiradas prioritariamente. A captura dos exemplares desta espécie deverá ocorrer somente com o uso de puçás e separando-as em baldes de 20 litros. Somente após esta operação, é que se deve dar sequência a captura dos outros peixes.

III. RESULTADOS

Com base no resgate realizado em maio de 2010, durante a operação foram resgatadas 05 (cinco) espécies de peixes, pertencentes a duas classes, duas ordens e três famílias. Não foi possível proceder à contagem do número de espécimes devido à quantidade resgatada e o tempo que os peixes permanecem dentro do vão, o que tornaria a operação extremamente lenta, podendo comprometer a sobrevivência dos indivíduos. Estima-se que tenham sido resgatados aproximadamente 1000 kg de peixes. Deste total, a grande maioria, cerca de 60%, foi de *Oxydoras niger* (abotoado) e 20% de *Zungaro zungaro* (jaú). Os outros 20% distribuíram-se entre as espécies *Pinirampus pirinampu* (barbado), *Phractocephalus hemiliopterus* (pirarara) e *Potamotrygon* sp (arraias).

O índice de sobrevivência foi estimado em aproximadamente 98,0%. Os peixes mortos, cerca de 2,0%, foram enterrados em valas escavadas próximo a margem direita do rio (aterro sanitário homologado pelo IBAMA).

Tabela 2. Lista de espécies registradas durante a operação de resgate.

NOME POPULAR
Barbado
Jaú
Pirarara
Abotoado
Arraia



Figura 4. Ilustração da devolução dos peixes a jusante

É importante ressaltar que as operações de resgate da fauna de peixes aprisionados em poços de turbinas de aproveitamentos hidrelétricos é uma tarefa de extrema

dificuldade e que exige que se observem vários pontos relacionados à segurança da equipe que irá efetuar o resgate.

Obviamente, os indivíduos confinados estão em condições de alto nível de estresse. Grande parte das espécies aprisionadas são predadores topo de cadeia alimentar (Zungaro zungaro - Jaú; Pseudoplatystoma fasciatum - pintado) e que podem se tornar bastante agressivos em situações de estresse. A manipulação desses peixes deve ser sempre realizada com o máximo de cuidado observando-se sempre os riscos potenciais.

Espécies como o pintado (Pseudoplatystoma fasciatum) e o abotoado (Oxidoras spp.) são armadas como perigosos espinhos dorsais e peitorais que podem causar ferimentos bastante graves. Além da presença de tais espinhos, a grande proporção corporal de certas espécies, como é o caso do Jaú (Zungaro zungaro) e pintado (Pseudoplatystoma fasciatum) que podem alcançar, na região da UHE estudada (Agostinho et al., 2008), de 1,2 metros e 0,9 metro de comprimento padrão, respectivamente é um risco potencial. Associada ao grande porte desses animais está uma vigorosa massa muscular. Uma contração violenta da musculatura axial de um Jaú de médio porte foi responsável pela fratura de três costelas de um pescador. Essas contrações estão provavelmente associadas a mecanismos de fuga e proteção desenvolvidos por esses animais.

De fato, os bagres são os maiores responsáveis por acidentes envolvendo veneno, especialmente a família Pimelodidae, especialmente os mandijubas (Pimelodella sp.) e Mandis-chorões (Pimelodus sp.) (Haddad Jr., 2003). Essa família é bem representada na área de influência da UHE objeto de estudo, com 16 espécies (Agostinho et al., 2008) e, pelo menos a metade destas podem trazer algum risco de acidente.

Uma espécie bastante comum resgatada e, talvez até mais perigosa, é a arraia de água doce (Potamotrygon spp.). Essa espécie possui um ferrão altamente pungente e associado a uma glândula de veneno responsável por uma dor intensa e necrose, em função da propriedade neurotóxica e necrótica desse veneno (Haddad Jr, 2003).

É importante ressaltar que acidentes de baixa a média gravidade provocados por esses animais podem se tornar bastante graves e até fatais devido às condições do ambiente em que estão aprisionados. Devido a isso, a equipe de resgate deve considerar todas as condições de segurança a fim de minimizar os riscos. Um dos fatores agravantes que vale a pena ser ressaltado são as condições do “piso” dos poços das turbinas. Devido às suas características estruturais e pelo seu próprio propósito, este apresenta uma superfície extremamente lisa. Associado a presença de água e seu relevo particular, quedas resultantes de escorregões são bastante prováveis. Assim, uma queda sobre um espinho dorsal de uma espécie de Pimelodidae ou sobre uma raia (Potamotrygon spp.), pode resultar em um ferimento grave e, até mesmo fatal, dependendo da área atingida.

Dessa forma, as operações de resgate são realizadas com a máxima agilidade que a situação permite. Embora cuidados sejam tomados relativos à manutenção dos níveis de oxigênio na água, a própria situação de estresse deve representar um fator importante na taxa de mortalidade desses animais. Associado ao estresse, muitas espécies de peixes (Ostariophysi) produzem uma substância de comunicação química que alertam outros indivíduos de uma

situação de perigo, o que resulta num comportamento de fuga. Uma vez que esses indivíduos encontram-se aprisionados e a fuga não é possível, a taxa de estresse se eleva e se torna um problema circular, resultando numa maior taxa de mortalidade.

Adicionalmente, a alta concentração de indivíduos nesses ambientes é responsável por injúrias físicas que podem aumentar a taxa de mortalidade. Como já dito, muitas espécies possuem espinhos pungentes que podem ferir os indivíduos adjacentes bem como o próprio animal. Esses ferimentos também liberam as substâncias de alarme o que aumenta o frenesi, desencadeando diversas respostas comportamentais, como agressividade. Peixes carnívoros altamente agressivos como as piranhas (Serrasalmus spp.) frequentemente são aprisionados, embora em menor grau, também podem ser responsáveis por parte da mortalidade observada, uma vez que nessas situações se tornam ainda mais agressivos.

Assim, as técnicas desenvolvidas e conhecidas até o momento somadas às características físicas do ambiente específico em que os peixes ficam aprisionados, ainda não são suficientes para evitar a mortalidade de peixes.

IV. CONCLUSÃO

No antigo processo de colocação dos *stop logs* que era preenchendo um dos lados dos trilhos e logo em seguida o outro, propiciava a circulação livremente dos peixes, pois quando os mesmo encontravam uma barreira à frente instintivamente se direcionavam para o outro lado onde encontravam a área livre de circulação e se instalavam no tubo de desaguamento.

Com a mudança no sistema de colocação dos *stop logs* que hoje é feito de forma intercalada, ou seja, preenche-se a parte inferior de cada trilho, fazendo com que os peixes quando encontram uma barreira à frente, instintivamente se direcionam para outro lado, e que por sua vez também encontraram outra barreira seguindo assim a tendência e o instinto do mesmo que os levam a procuram o outro lado e assim sucessivamente.

Também com a aplicação intercalada dos *stop logs* após o fechamento total da câmara o tempo do resgate em média passou de 2 a 3 dias para ½ a um dia, também quanto a quantidade de peixes e outros animais aquáticos passou de 8.000 a 12.000 quilos para de aproximadamente de 1.000 a 2.000 quilos.

Com este estudo e com a mudança colocada em pratica os benefícios alcançados foram:

- ✓ Diminuição no tempo para o resgate de peixes;
- ✓ Diminuição no tempo de manutenção;
- ✓ Aumento da disponibilidade média;
- ✓ Diminuição do risco de acidentes de trabalho;
- ✓ Aumento na produtividade de energia elétrica.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, A. A., L. C. Gomes, D. R. Fernandes & H. I. Suzuki. 2002. Efficiency of fish ladders for Neotropical ichthyofauna. River Research and Application, 18(3): 299-306.

- Agostinho, A. A., L.C. Gomes & J. D. Latini. 2004a. Fisheries management in Brazilian reservoirs: lessons from/for South America. *Interciência*, 29(6): 334-338.
- Agostinho, A. A., L.C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, EDUEM, 460p.
- Agostinho, C.S., C. R. Pereira, R. J. de Oliveira, I.S. Freitas e E. E. Marques. 2007. Movements through a fish ladder: temporal patterns and motivations to move upstream. *Neotropical Ichthyology*, 5(2): 161-167.
- Bayley, P.B. & M. Petrere Jr. 1989. Amazon fisheries: Assessment methods, current status and management options. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 385-398.
- Bond, C. E. 1996. *Biology of Fishes*. Saunders College Publishing. USA. 750p.

VI. COPYRIGHT

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



ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR

JAIR URBANETZ JUNIOR¹; GERSON MÁXIMO TIEPOLO^{1,2}; RENATO HIDEO FUSANO¹; ELOY FASSI CASAGRANDE JUNIOR¹; OSIRIS CANGIHLIERI JUNIOR²

1 – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR;

2 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUCPR

urbanetz@utfpr.edu.br¹

Resumo - Este artigo apresenta a análise do desempenho do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica (SFCR) do Escritório Verde (EV) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) para os primeiros dez meses de operação do Sistema. Os SFCRs têm vasta aplicação no ambiente urbano como geradores de energia elétrica junto ao ponto de consumo. Podem estar integrados à edificação, não necessitando de área adicional, visto que são normalmente instalados sobre a cobertura da edificação. Possuem elevada confiabilidade e operam de forma limpa e silenciosa. O EV da UTFPR é uma edificação sustentável modelo, com 150 m² de área construída e que adotou diversas estratégias de sustentabilidade em parceria com mais de sessenta empresas. A geração fotovoltaica foi adotada no EV como linha mestra para prover energia à edificação, em conjunto com o sistema elétrico da concessionária. Ao longo destes dez primeiros meses de operação do SFCR, foi possível confirmar a eficácia deste tipo de instalação através da avaliação do seu desempenho. A verificação do desempenho de um SFCR se dá principalmente através de alguns índices conhecidos como índices de mérito, que são: Yield; Performance Ratio; e Fator de Capacidade. A energia elétrica gerada pelo Sistema Fotovoltaico durante este período está em conformidade com os valores esperados e os índices obtidos para o SFCR instalado em Curitiba apresentam-se compatíveis com sistemas instalados em outras localidades brasileiras.

Palavras-chave: Sistemas Fotovoltaicos. Construções Sustentáveis. Geração Distribuída.

I. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFCRs) têm apresentado grande crescimento entre as fontes de geração de energias renováveis no cenário mundial, principalmente em países como Alemanha, Itália, Japão, Espanha e Estados Unidos. No Brasil, sua aplicação ainda é incipiente comparada e estes países, porém, apresenta grande potencial de crescimento nos próximos anos. Empreendimentos de vulto no setor nos anos de 2011 e 2012 no Brasil, fizeram saltar de cerca de 200kWp de capacidade instalada, para mais de 2MWp, demonstrando que mesmo sem políticas públicas de incentivo a esta forma de geração, como ocorre em diversos países, existe viabilidade na expansão desta tecnologia, como fonte complementar de energia na matriz energética nacional,

principalmente a partir de abril de 2012, com a regulamentação por parte da ANEEL que trata das relações entre as concessionárias de energia e pessoas físicas ou jurídicas que realizem investimento em energia solar fotovoltaica, estabelecendo no Brasil uma política similar ao sistema *net metering*, onde o investidor em sistemas fotovoltaicos quando possuir excedente de energia, pode injetar esse excedente na rede elétrica da concessionária e, acumular créditos de energia para consumir em outro momento, não havendo remuneração pela energia, apenas o acúmulo de créditos, que devem ser utilizados em um prazo de até 36 meses (ANEEL, 2012).

Em dezembro de 2011, foi inaugurado o Escritório Verde (EV) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), uma proposta única no Brasil de uma edificação sustentável modelo de 150 m² que adotou diversas estratégias de sustentabilidade em parceria com mais de sessenta empresas, visando “por a prova” o desempenho destas estratégias, entre elas, a máxima eficiência energética. Além de tirar partido da iluminação natural e do uso de lâmpadas LEDs, o projeto também optou pela técnica de geração fotovoltaica como linha mestra para prover energia à edificação, em conjunto com o sistema elétrico da concessionária. O SFCR é baseado na interação destes dois agentes responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica, a concessionária e o gerador fotovoltaico. Havendo incidência solar sobre o painel fotovoltaico, há geração de energia elétrica, e esta é disponibilizada diretamente na rede elétrica do próprio consumidor onde está localizado o gerador fotovoltaico (painel fotovoltaico + inversor). No caso da energia foterada ser superior a consumida *in loco*, a mesma é enviada à rede elétrica para ser consumida nas adjacências. Nos momentos de baixa ou nenhuma incidência solar, a concessionária é quem irá suprir o consumidor. Questões relativas à autorização para conexão de uma geração distribuída, utilizando gerador fotovoltaico, ainda estão sendo elaboradas pelas concessionárias, porém é papel da Universidade explicitar à sociedade, entidades reguladoras, concessionárias, entre outros, as características, o desempenho e o potencial de aplicação dos SFCR no Brasil, em particular, em Curitiba. A Figura 1 ilustra a fachada do EV da UTFPR.



Figura 1 – Vista frontal do EV da UTFPR

II. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA (SFCR) DO EV DA UTFPR

Um SFCR é basicamente composto de um painel FV, que converte a energia do sol em energia elétrica em corrente contínua, e um inversor, que converte a corrente contínua em corrente alternada, com tensão e frequência compatíveis com a rede elétrica da concessionária a qual o sistema está interligado. As principais vantagens desse tipo de sistema são: elevada produtividade; ausência de banco de baterias e desligamento automático no caso de falta de energia da rede, evitando o fenômeno de ilhamento¹ (URBANETZ JR, 2010).

Os SFCRs são uma forma de geração distribuída, pois contribuem com a disponibilidade de energia junto ao ponto de consumo, minimizando as perdas com transmissão e distribuição, e dispensam o uso de banco de baterias, pois a potência gerada é consumida diretamente pelas cargas locais e o excedente é absorvido pela rede elétrica, que a disponibiliza para outros consumidores permitindo a redução da geração pelas fontes convencionais de energia, no caso do Brasil, principalmente as usinas hidroelétricas e térmicas (BOYLE, 2004; RÜTHER, 2004).

O SFCR do EV da UTFPR tem uma potência instalada de 2,1kWp (10 módulos KYOCERA de tecnologia de silício policristalino, modelo KD210GX-LP ligados em série) e um inversor monofásico em 220V de 2kW de potência nominal (PVPOWERED modelo PVP2000), entrou em operação em 14 de dezembro de 2011. A área ocupada na cobertura da edificação para esse painel é de 15m². A Figura 2 ilustra o painel fotovoltaico e o inversor do SFCR do EV da UTFPR.



Figura 2 - Painel FV e inversor do EV da UTFPR

¹O fenômeno de ilhamento ocorre quando parte da rede elétrica é desconectada propositalmente ou acidentalmente do restante do sistema da concessionária, mas essa continua a ser energizada por um ou mais geradores distribuídos conectados a ela, formando um subsistema isolado.

III. DESEMPENHO DO SFCR DO EV DA UTFPR

A análise do desempenho do SFCR do EV da UTFPR se baseia nos valores de energia gerada durante estes primeiros dez meses de operação e nos valores de irradiação incidentes no painel FV. A partir da energia gerada e da irradiação incidente, são apresentados os índices de mérito do SFCR em análise, estes índices são: *yield* (produtividade); *performance ratio* (taxa de desempenho) e fator de capacidade.

III.1 Energia Gerada pelo SFCR do EV da UTFPR

Entre 01/01/2012 e 31/10/2012 (dez meses de operação) gerou 1,99MWh, o que permite projetar a geração para cerca de 2,5MWh para o ano de 2012. A geração de energia elétrica é proporcional a irradiação incidente no painel FV, nos meses de verão (maior incidência solar) há maior geração de energia elétrica e nos meses de inverno, (menor incidência solar) há menor geração. A Tabela 1 apresenta os valores de energia gerados em cada mês de operação e a Tabela 2 a energia diária média em cada mês de operação do SFCR do EV da UTFPR.

Tabela 1 - Energia gerada em cada mês de operação do SFCR do EV [kWh/mês].

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
273,1	239,8	271,8	186,9	137,2	111,6	157,5	195,8	211,1	198,5

Tabela 2 - Energia diária média gerada em cada mês de operação do SFCR do EV [kWh/dia].

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
8,81	8,27	8,77	6,23	4,43	3,72	5,08	6,32	7,04	6,40

A Figura 3 apresenta a energia acumulada ao longo dos dez meses de operação do SFCR do EV.

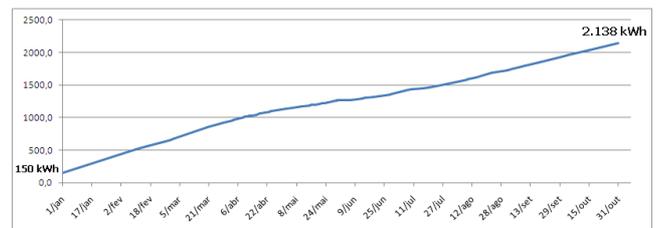


Figura 3 - Energia gerada em dez meses de operação do SFCR do EV da UTFPR

III.2 Irradiação Incidente no Painel FV do SFCR do EV da UTFPR

Os valores de irradiação incidente no painel FV do EV da UTFPR que serviram de base para o cálculo de alguns dos índices de mérito do sistema FV, foram obtidos a partir do banco de dados do Projeto SWERA (*Solar and Wind Energy Resources Assessment*), e de um piranômetro instalado junto ao painel FV.

Para o período compreendido entre janeiro e junho de 2012, foi utilizado o banco de dados do Projeto SWERA (média de dez anos), dados estes que tem como resultado o Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA *et al*, 2006), em conjunto com o programa RADIASOL.

Entre julho e outubro de 2012 foram utilizados os dados de irradiação obtidos a partir do piranômetro. O piranômetro está instalado com mesma inclinação e orientação do painel FV, porém os dados obtidos pelo banco de dados, referem-se ou ao plano horizontal, ou ao plano inclinado igual a latitude local, no caso, 25°. Visando maximizar a irradiação anual incidente no painel FV e consequentemente a geração de energia elétrica, os módulos FV do SFCR foram instalados com uma inclinação de aproximadamente 15°, isto devido ao desvio azimutal em relação ao norte geográfico de 22° para oeste. A inclinação de 15° é obtida com o uso do programa RADIASOL, disponibilizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 2012). O programa RADIASOL, a partir da inserção dos valores de irradiação no plano horizontal, permite identificar os valores de irradiação para qualquer plano (diferentes inclinações e desvio azimutal em relação ao norte). O EV da UTFPR está localizado nas seguintes coordenadas: latitude -25,44° e longitude -49,26°. Como o Projeto SWERA fornece pontos de 10 em 10 km, foi identificado o ponto mais próximo ao EV, que corresponde as seguintes coordenadas: latitude -25,43° e longitude -49,37°. Este ponto encontra-se a cerca de 1 km do EV e portanto, os valores de irradiação no plano horizontal para este ponto serão os valores de entrada no programa RADIASOL para obter a irradiação no plano do painel efetivamente instalado, com inclinação de 15° e desvio azimutal de 22° oeste. A Tabela 3 apresenta os valores de irradiação diária média no plano horizontal para cada mês do ano para o ponto citado.

Tabela 3 - Irradiação diária média no plano horizontal fornecida pelo Projeto SWERA [kWh/m²/dia].

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
5,67	5,47	5,05	4,12	3,29	3,08	3,28	4,21	4,30	5,02	5,97	5,92

No programa RADIASOL foi criada uma estação “EV UTFPR CTBA”, com os valores de irradiação da Tabela 3. A Figura 4 apresenta a tela onde foram editados os valores de irradiação no plano horizontal para a localidade onde está instalado o painel FV do EV.



Figura 4 – Tela de entrada dos dados de irradiação

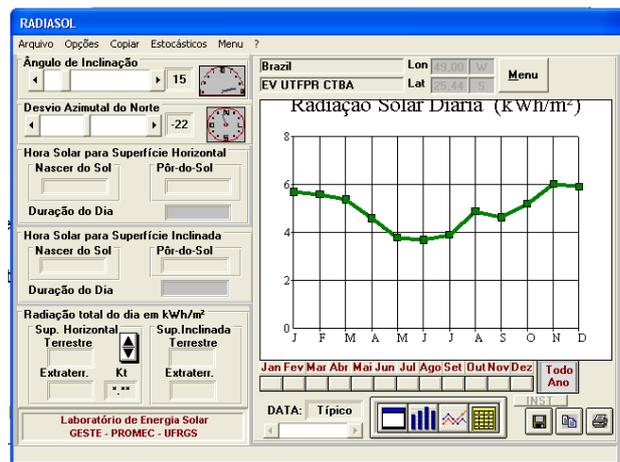


Figura 5 – Tela do RADIASOL com o gráfico de irradiação diária média ao longo do ano, para o painel FV do EV

Ajustando-se a inclinação de 15° e o desvio azimutal de 22° oeste, obtêm-se o gráfico apresentado na Figura 5 e os valores de irradiação incidentes no plano do painel FV do EV são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Irradiação diária média no plano do painel FV do EV obtida pelo programa RADIASOL.

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
5,693	5,595	5,385	4,594	3,798	3,692	3,913	4,885	4,640	5,198	6,030	5,927

Já os valores de irradiação obtidos a partir de julho de 2012, são a partir dos valores de irradiação coletados a cada minuto pelo piranômetro instalado junto ao painel FV, e são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Irradiação diária média obtida com o piranômetro instalado junto ao painel FV.

jul/12	ago/12	set/12	out/12
3,05	4,39	4,56	4,29

III.3 Índices de Mérito do SFCR do EV da UTFPR

Os índices de mérito são utilizados para comparar a operação de sistemas FV localizados em lugares distintos e com diferentes potências nominais (OLIVEIRA, 2000; BENEDITO, 2009; MARION *et al*, 2005).

III.3.1 YIELD ou produtividade

É a relação entre a energia gerada (kWh) e a potência FV instalada (kWp), normalmente vinculada a um ano de operação, *yield* anual, porém pode ser também considerado o *yield* mensal. A equação 01 apresenta a grandeza em questão. A Tabela 6 mostra o *yield* mensal durante os dez primeiros meses de 2012.

$$Y = \frac{\text{Energia Gerada (kWh)}}{\text{Potência FV (kWp)}} \quad \text{Equação 01}$$

Tabela 6 – Yield mensal do SFCR do EV da UTFPR.

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
130,0	114,2	129,4	89,0	65,3	53,1	75,0	93,2	100,5	94,5

Os valores de produtividade mensal obtidos durante os dez primeiros meses de operação do SFCR do EV em 2012, projetam uma produtividade para o ano vigente de aproximadamente 1.200kWh/kWp.

III.3.2 Performance Ratio ou Taxa de Desempenho

É a relação entre a produtividade (kWh/kWp) e a quantidade de horas de sol a 1.000W/m² incidentes no painel FV, também normalmente vinculada a um ano de operação, *performance ratio* anual, porém, pode ser também considerada a *performance ratio* mensal. Esta grandeza é expressa em porcentagem. A equação 02 apresenta a grandeza em questão.

$$PR = \frac{Yield}{Irradiação/1000} (\%) \quad \text{Equação 02}$$

Tabela 7 – Performance Ratio mensal do SFCR do EV da UTFPR.

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
73,7%	70,0%	77,5%	65,5%	56,2%	46,0%	79,32%	68,51%	73,48%	71,08%

Os valores da taxa de desempenho mensal obtidos durante os dez primeiros meses de operação em 2012 do SFCR do EV projetam uma taxa de desempenho anual estimada de 70%.

III.3.3 Fator de Capacidade

É sua capacidade real de gerar energia em função da energia que ele geraria se operasse em potência nominal durante 24 horas por dia, também expresso em percentual (OLIVEIRA, 2000). A equação 03 apresenta a grandeza em questão.

$$FC = \frac{Energia Gerada}{Potência FV * 24 * dias} (\%) \quad \text{Equação 03}$$

Tabela 8 – Fator de Capacidade mensal do SFCR do EV da UTFPR.

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12
17,5%	16,4%	17,4%	12,4%	8,8%	7,4%	10,1%	12,5%	14,0%	12,7%

Os valores do Fator de Capacidade mensal obtidos durante os dez primeiros meses de operação em 2012 do SFCR do EV projetam um Fator de Capacidade anual estimado de 14%.

IV. CONCLUSÕES

O SFCR do EV da UTFPR durante estes primeiros dez meses de operação em 2012 gerou em média 200kWh/mês, energia superior a necessária para atender as cargas existentes na edificação, tornando a mesma uma edificação de energia zero (*ZEB – zero energy building*). Nos meses de verão (maior incidência solar) a geração atingiu 273kWh, o que permitiu exportar energia para as instalações adjacentes, nestes momentos, o EV tornou-se uma edificação de energia positiva.

Quanto aos índices de mérito, *Yield*, *Performance Ratio* e Fator de Capacidade, os valores estão adequados e

similares aos divulgados por outras Universidades que desenvolvem pesquisas com SFCRs, como UFSC e USP. O piranômetro instalado no fim de junho de 2012 permitiu com que os índices calculados com os dados de irradiância coletados diretamente no plano do painel FV, e junto ele, se tornassem mais precisos e confiáveis.

Os valores estimados para o primeiro ano de operação, apontam uma geração de 2,5MWh, *Yield* superior a 1.200kWh/kWp, *Performance Ratio* de aproximadamente 70%, e Fator de Capacidade próximo a 15%, que são índices muito satisfatórios para este tipo de instalação.

O acompanhamento durante estes primeiros meses de operação do SFCR do EV em Curitiba confirma ser um sistema de alta confiabilidade (opera de forma ininterrupta desde sua instalação). A geração de energia elétrica está em conformidade com os valores esperados, opera de forma limpa e silenciosa, e não necessita de área adicional visto que o painel fotovoltaico é instalado sobre o telhado da edificação. Estas características fazem da geração fotovoltaica a forma mais promissora de geração distribuída para o ambiente urbano.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL, “ANEEL aprova regras para facilitar a geração de energia nas unidades consumidoras”, Brasília, 2012.
- BENEDITO, R. S., “Caracterização da Geração Distribuída de Eletricidade por Meio de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, no Brasil, sob os Aspectos Técnico, Econômico e Regulatório”, Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 2009.
- BOYLE, G., “*Renewable Energy: Power for a Sustainable Future*”, Oxford University, New York, 2004.
- MARION, B., ADELSTEIN, J., BOYLE, K., HAYDEN, H., HAMMOND, B., FLETCHER, T., CANADA, B., NARANG, D., SHUGAR, D., WENGER, H., KIMBER, A., MITCHELL, L., RICH, G., TOWNSEND, T., “*Performance Parameters for Grid-Connected PV Systems*”, 31st IEEE Photovoltaics Specialists Conference and Exhibition, Florida, 2005.
- OLIVEIRA, S. H. F., “Geração Distribuída de Eletricidade; Inserção de Edificações Fotovoltaicas à Rede no Estado de São Paulo”, Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2002.
- PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., ABREU, S. L., RÜTHER, R., “Atlas Brasileiro de Energia Solar”, 2006.
- RÜTHER, R., “Edifícios Solares Fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligadas à Rede Elétrica Pública”, Editora da UFSC, Florianópolis, 2004.
- UFRGS, “Programa RADIASOL”, Laboratório de Energia Solar, 2012.
- URBANETZ JR, J., “Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Redes de Distribuição Urbanas: Sua Influência na Qualidade da Energia Elétrica e Análise dos Parâmetros que Possam Afetar a Conectividade”, Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2010.

VI. COPYRIGHT

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



ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE PALMITO DE PUPUNHEIRA SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E TIPOS DE ADUBAÇÃO NA AMAZÔNIA CENTRAL, DURANTE 2008/2012

KAORU YUYAMA¹; ELAINE CRISTIAN SOUSA COELHO²

1 - PESQUISADOR DO COTI, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA, kyuyama@inpa.gov.br; 2 Bolsista, PCI/INPA, elaine_cristian@hotmail.com

Resumo – O estabelecimento de uma agroindústria de palmito necessita de abastecimento regular durante o ano todo. Não existe literatura sobre a colheita do palmito de pupunheira ao longo dos anos. O presente trabalho visa o estudo da distribuição da produção de palmito de pupunheira, durante quatro anos, submetida a diferentes espaçamentos e tipos de adubações. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições, seguindo esquema fatorial 2x5, sendo os fatores: espaçamento (1x1 m e 1x0,5 m) e adubação (mineral, mineral+esterco, torta de filtro, composto orgânico e mineral+composto orgânico). Esta adubação foi realizada nos três primeiros anos e no quarto ano foi para avaliar o seu comportamento residual. Para extração de palmito foi determinada a altura mínima da planta de 1,5 m. Foi avaliada a quantidade de estipe colhida mensalmente, durante o ano agrícola de abril/2008 a março/2012. O resultado mostra a superioridade de produção do estipe no espaçamento de 1x0,5 m em relação a 1x1 m, bem como a maior estabilidade de produção durante o ano. Quanto ao tipo de adubo utilizado nos primeiros dois anos, o tratamento com esterco+mineral foi o que proporcionou a maior produção de estipe/ha/ano, estabilidade e precocidade.

Palavras-Chave: *Bactris gasipaes*. Produção de estipe. espaçamento. Adubo e sustentabilidade.

I. INTRODUÇÃO

O cultivo de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) para produção de palmito na região Amazônica pode ser um dos agronegócios mais promissores atualmente, pois o palmito pode ser extraído após 12 meses de plantio e podem obter cerca de 20 mil estipes/ha/ano Yuyama & Coelho (2011), quando utilizado espaçamento e adubação adequada. Diferentes de outras regiões, como do Estado de São Paulo, onde há período de estiagem e baixa temperatura, as plantas de pupunheira desenvolvem-se muito lentamente, chegando a 36 meses para a primeira extração de palmito. Na região Amazônica, o palmito de pupunheiras apresenta precocidade devido a alta temperatura e precipitação pluviométrica, estabilidade e distribuição de produção ao longo do ano, pois uma vez que o sistema radicular está desenvolvido, associado ao clima favorável, os perfilhos crescem rapidamente e, dentro de seis a oito meses, o palmito poderá ser extraído do perfilho (Flores, 2002).

Mora Urpí et al. (1999) relatam que a maior produção pode ser obtida com a maior densidade.

Yuyama et al. (2005) encontraram maior produtividade com a densidade de 1x1 m (10.000 plantas/ha) e posteriormente, Bezerra & Yuyama (2006) obtiveram a maior produção de palmito com espaçamento de 1 x 0,5 m (20.000 plantas/ha). Rojas (1999) recomenda a seguinte faixa de adubação para palmito de pupunheira: 200 a 250 kg/ha de N, 50 a 100 kg/ha de P₂O₅, 50 a 200 kg/ha de K₂O, 40 a 80 kg/ha de MgO e 40 a 80 kg/ha de S, em Costa Rica.

Como se sabe, os solos da região Amazônica são pobres em nutrientes e baixo pH porém, a pupunheira mostrou que é exigente em nutriente, pois o tratamento com adubação orgânica (um pá de esterco/planta) + químico (225 de N; 90 de P₂O₅; 180 de K₂O) foi o que obteve maior produção de palmito e mais precocemente (Yuyama et al., 2005). Bezerra & Yuyama (2006) também utilizaram a mesma adubação e obtiveram a melhor produção. Como o solo é ácido o uso de calcário beneficia o aproveitamento e absorção de nutrientes pelas plantas.

Uma indústria de beneficiamento do palmito deve funcionar 12 meses e para isso necessita de palmito ano todo, porém não existe informação sobre a produção de palmito ao longo do ano. O presente trabalho tem como objetivo quantificar a produção de estipe extraída mensalmente durante o período de 24 meses, de pupunheiras submetidas à diferentes espaçamentos e adubações na Amazônia Central.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental da Agropecuária Jayoro, em Presidente Figueiredo, no AM. A Empresa trabalha com a usina de cana de açúcar e nos últimos anos vem estudando uma cultura alternativa, como guaraná, pupunha e camu-camu. A área foi anteriormente cultivada com cana de açúcar. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições e esquema fatorial 2x5, onde os fatores foram: espaçamentos (1x1 m e 1x0,5 m), totalizando 10.000 e 20.000 plantas/há; e tipos de adubações (mineral (M), mineral + esterco (M+E), torta de filtro (TF), composto orgânico (Co), Composto orgânico + mineral (Co+M)). Foi feita a correção do solo com calcário dolomítico (2 t/ha) em toda a área do

experimento. O composto orgânico (casca de guaraná+bagaço de cana+torta de filtro) e torto de filtro de cana de açúcar foi aplicado a cada três meses uma pá por planta, fornecido na própria empresa, conforme os tratamentos. O adubo químico e esterco foram baseados no trabalho de Yuyama et al. (2005), onde se utilizou esterco com a base de meia pá para espaçamento de 1x0,5 m e um pá para espaçamento de 1x1 m/por ano. No ano de 2011 a 2012 não foi aplicado a adubação para verificar o seu efeito. A uréia e KCl foram parcelados em três vezes no período chuvoso. O plantio da pupunheira foi realizado no mês abril de 2007 e a primeira extração de palmito foi realizada aos 12 meses após o plantio. A extração de palmito iniciou quando as plantas atingiram a altura de 1,5 m (distância que vai do colo da planta até a bifurcação de duas últimas folhas). A colheita do palmito foi realizada mensalmente a partir do abril de 2008 a março 2012. Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F e comparação de médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado mostra que ambos os espaçamentos tiveram a produção de estipe em todos os meses de avaliação no ano de 2008/9 e 2011/12. Porém, nos anos de 2009/10 houve a produção de estipe interrompida nos meses de junho e julho, talvez pela consequência da maior enchente do rio Amazonas e o mês de outubro com estiagem severa tenham causado paralisação de crescimento e no mês de fevereiro, por falta de pessoal para o corte. Provavelmente, a causa da interrupção foi devido à mudança fisiológica das plantas provocada pela alteração climática do período chuvoso para o seco (junho e julho), período seco para período chuvoso (outubro). Revendo o comportamento da extração do estipe no ano anterior (2008/9), apesar de menor intensidade, mostra claramente o mesmo comportamento no mês de agosto (passagem do período chuvoso para seco), novembro (período seco para chuvoso) e no mês de janeiro (período mais chuvoso). No ano de 2010/11, como não houve uma brusca mudança do clima não houve interrupção de produção do estipe, ficando a menor produção ao redor de 1000 a 1500 estipes/ha/mês (Figura 1). No ano de 2011/12, mostra o comportamento bem diferente de outros anos anteriores por efeito de adubação, associado a mudança climática, nos meses de junho, que causou alteração fisiológico das plantas, como se fosse guardar a energia para chegada de primeiras chuvas para rápido crescimento (outubro a dezembro) e chegou a esgotamento de nutrientes diminuindo a produção do estipe na pleno período chuvoso (janeiro a março/2012). Exceto no ano de 2008, quando as plantas estavam em crescimento, mas já na safra de 2008/9, no início de colheita do palmito, as plantas estavam touceiradas e possuíam sistema radicular bem estabelecido. Segundo Ferreira *et al.* (1980) o sistema radicular da pupunheira na região Amazônica, pode atingir uma camada de 20 cm superficial e comprimento de até 20 m.

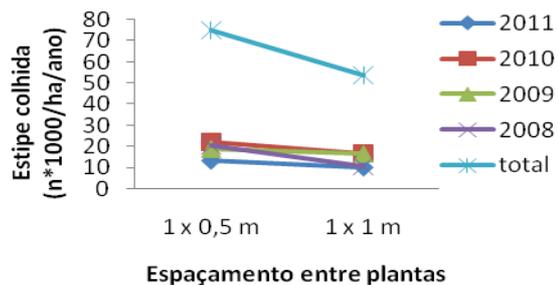


Figura 1- Estipe de pupunheira colhida para produção de palmito durante quatro anos (2008 a2012) sob efeito de espaçamento entre as plantas.

Em geral o espaçamento de 1x0,5 m produziram mais estipe do que espaçamento de 1x1 m, neste quatro anos de avaliação (Figura 1).

Quanto ao tipo de adubo, mostra que há diferença no crescimento e estabilidade na produção de estipe para o palmito. A extração iniciou aos 12 meses com apenas tratamento esterco+mineral e aos 13 meses para tratamentos esterco+mineral, composto e composto+ mineral e somente aos 14 meses todos os tipos de adubos iniciaram a produção de palmito (Figura 2). O efeito de tipos de adubos sobre a produção de palmito é mais sensível a mudança climática do que efeito do espaçamento que houve muita interrupção de colheita de estipe no ano de 2009/10. A produção mais estável e distribuição mais uniforme ao longo do ano foram de 2010/11. A produção de estipe no ano de 2011/12 foi inversa de outros anos, houve uma concentração de produção nos meses de outubro a dezembro, logo depois do período de estiagem e início de chuva. Os tipos de adubos utilizados afetaram a estabilidade da produção de estipe, quando não recebeu a adubação mineral adequada, adubo mineral teve falha no mês de julho e março. Composto+mineral no mês de Agosto; Mineral + esterco no mês de Janeiro e março e apenas Torta de filtro no mês de março. Mostrando que as plantas acostumadas com determinada tipos com maior teor de nutriente pode ter maior exigência no nutriente e pode perder sensibilidade na produção de palmito, como aconteceu no tratamento que recebeu nos anos anteriores o esterco de galinha+adubo mineral (Figura 4). Os tratamentos com o esterco+ mineral produziu 9000 estipes/ha aos 12 meses de plantio. Outros tipos de adubos iniciaram a colheita somente aos 14 meses de plantio. Nos meses de agosto, novembro de 2008 e fevereiro de 2009, alguns tipos de adubo interromperam a produção de estipe. Coincidindo com a mudança climática e conseqüentemente á fisiologia da planta, provavelmente, é possível que no primeiro ano a raiz das pupunheiras ainda não esteja suficientemente desenvolvida para suportar as mudanças climáticas. No ano de 2009/10, a interrupção de produção de estipe da pupunheira, ocorreu no mesmo meses da (Figura 1), e não tem nenhum tipo de adubos que suportou a influência da mudança climática (Figura 2). No ano seguinte de 2010/11, apesar de que, não houve a interrupção na colheita de estipe durante o ano todo, a variação mensal de produção foi muito grande em todos os tipos de adubos.

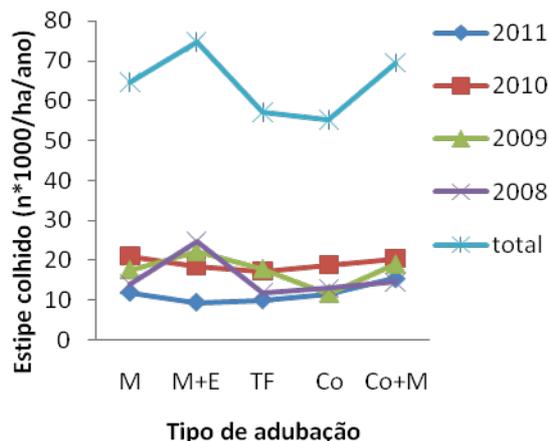


Figura 2 - Estipe de pupunheira colhida para produção de palmito durante quatro anos (2008 a2012) sob efeito de tipos de adubação

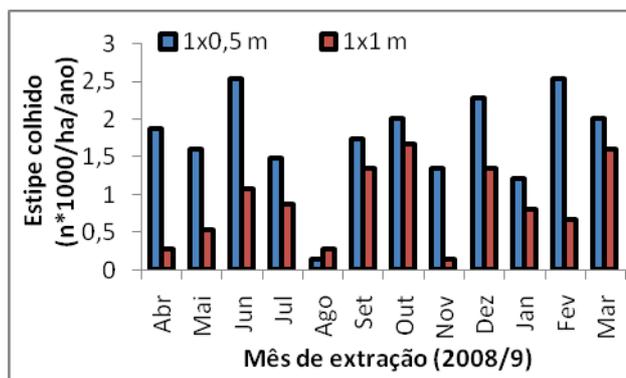
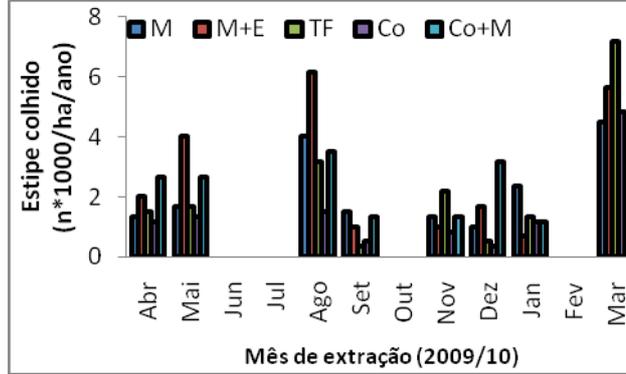
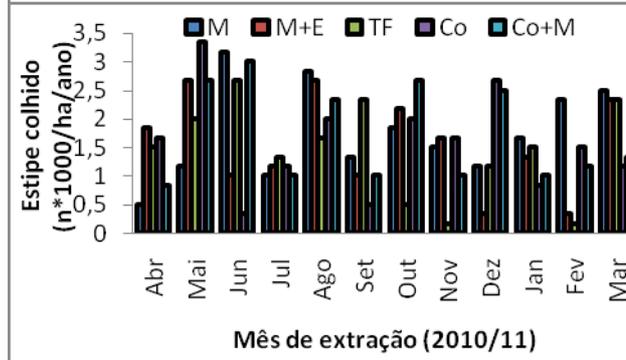
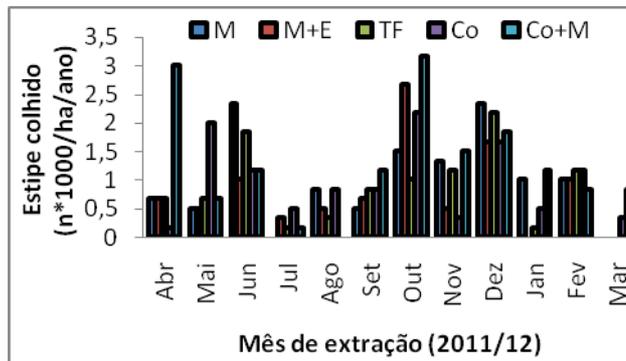
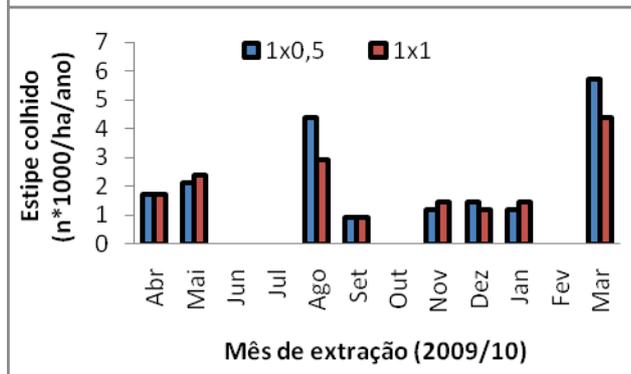
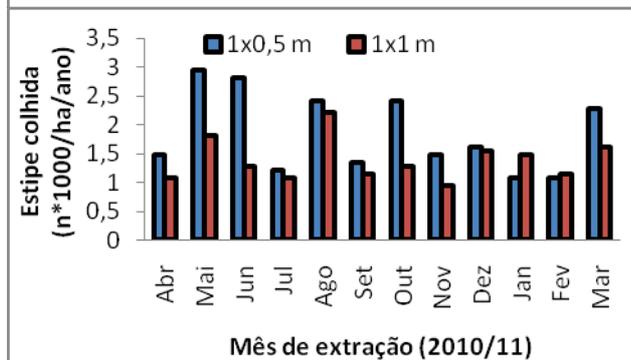
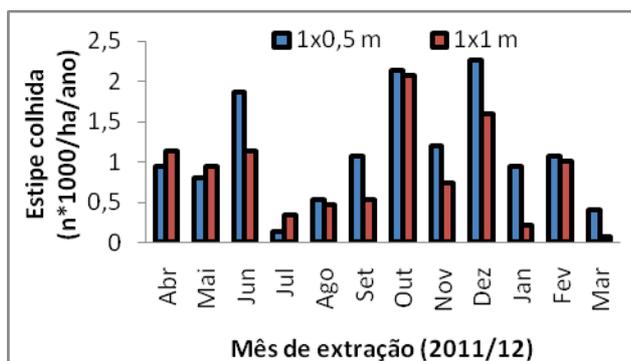


Figura 3 - Produção mensal do estipe, em n*1000/ha/ano, em função de diferentes espaçamentos (1x0,5 m e 1x1 m) durante quatro anos, na Amazônia Central



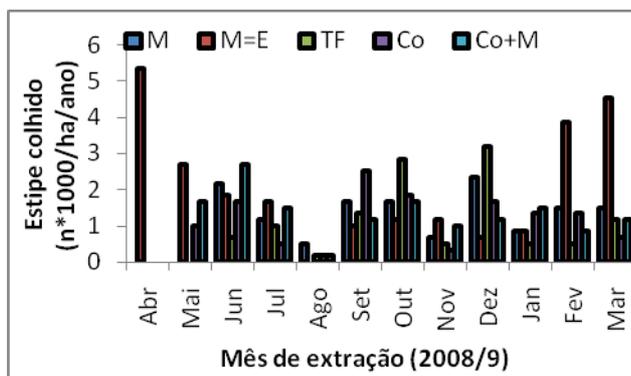


Figura 4 - Produção mensal do estipe, em n*1000/ha/ano, em função de diferentes tipos de adubação mineral e orgânica durante quatro anos, na Amazônia Central

A produção de estipe foi maior no espaçamento de 1x0,5 m nos três anos consecutivos, mostrando que a maior densidade de plantas proporciona maior produção de estipe (Tabela 1), consequentemente maior produção de palmito, concordando com Mora Urpí et al. (1999), Yuyama et al. (2005) e Bezerra & Yuyama (2006). Porém na região litorânea do Paraná, onde a clima é totalmente diferente da região tropical, pois a pupunheira foi plantada em quatro diferentes espaçamentos: 3x1 m (3.333 plantas/ha); 2x1 m (5 mil plantas/ha); 2x1x1 m (6.666 plantas/ha) e 1,5x1x1 m (8 mil plantas/ha) o primeiro corte foi bem demorado (24 e 48 meses após o plantio) com melhor resultado com espaçamento de de 2x1 m (Neves et al., 2005).

Quanto ao tipo de adubo, o resultado mostra que nos primeiros dois anos 2008/9 e 2009/10 o esterco + mineral que proporcionou a maior produção de estipe/área/ano. Porém, no ano de 2010/11 não teve diferença entre os tipos de adubos (Tabela 1). O adubo orgânico é muito importante na produção e estabilidade de produção, principalmente, para região Amazônica, porém na extração de palmito retira ao redor de 30% de matéria bruta da lavoura e restante (70%) são deixando no campo, e estes no período chuvoso com apenas 30 dias a parte central já entra em decomposição. No período de estiagem o resto das palhas serve como a cobertura morta do solo, evitando ressecamento do solo mantendo a umidade.

Freire (2011) trabalhou com a determinação de ponto ótimo de colheita de palmito em quatro diferentes estações do ano (chuvosa, seca e duas intermediárias), bem como a qualidade nutricional do mesmo, e concluíram que o palmito pode ser extraído todos os meses do ano, sem perder a qualidade do produto e indicou que a altura da planta é o melhor indicador para extração do palmito de pupunheira, onde o estipe de pupunheira extraída foi baseado na altura da planta acima de 1,5 m.

IV. CONCLUSÕES

1. O melhor espaçamento para maior estabilidade e produção de estipe de pupunheira foi 1x0,5 m com densidade de 20.000 plantas/ha.

2. O tipo de adubos mais adequado para produção de estipe nos primeiros dois anos foi esterco+mineral, porém, no terceiro ano não mostrou a diferença com outros tipos de adubos.

V. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e a Agropecuária "Jayoro", pela seção de área experimental e manutenção da mesma.

VI. REFERÊNCIAS

- BEZERRA, R.; YUYAMA, K. Efeito de espaçamento e adubação na produção do palmito de pupunheira na Amazônia Central. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.2172-2175, 2006. Suplemento CD.
- FREIRE, D.C.B. **Determinação do ponto ótimo para extração de palmito de pupunheira, análise nutricional e rendimento em função dos períodos dos períodos pluviométricos na Amazônia Central**. INPA, Manaus, 2011. 67p. (Dissertação de mestrado).
- MORA URPI, J.; ARIAS, A.B.; OQUENDO, C.A. e RIVERA, C.L. Densidades de siembra. In: MORA URPI, J. e ECHEVERRÍA, J.G. **Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización**. San José, C.R. Universidad de Costa Rica, 1999. p.107-113.
- FLORES, W.B.C. **Padrão de desenvolvimento da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) com e sem espinhos, em diferentes formas de adubação para a produção de Palmito na Amazonia Central**. INPA/UFAM, 2002. 118p.
- MORA URPI, J.; OQUENDO, C.A. Cosecha. In: MORA URPI, J.; ECHEVERRÍA, J.G. **Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización**. San José, C.R. Universidad de Costa Rica, 1999. p.118-121.
- NEVES, E.J.M.; SANTOS, A.F. dos; LAVORANTI, O.J.; MARTINS, E.G. Produção de palmito de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) sob diferentes densidades de plantio. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.51, p.57-73, 2005.
- ROJAS, E.M. Suelos, nutrición mineral y fertilización. In: MORA URPI, J.; ECHEVERRÍA, J.G. **Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización**. San José, C.R. Universidad de Costa Rica, 1999. p.78-94.
- YUYAMA, K.; FLORES, W.B.; PEREIRA, B.G. e SILVA, I.A. Efeito da densidade de plantas e da adubação NPK na produção inicial de palmito de pupunheira. **R. Bras. Ci. Solo**, v.29, p.373-378, 2005.
- YUYAMA, K.; COELHO, E.C.S. Estabilidade da Produção de palmito de pupunheira submetida a diferentes densidades e tipo de adubação durante o ano agrícola de 2008 a 2011, na Amazonia Central. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais...**Uberlândia, 31/07 a 05/08/2011. 4p. CD.

VII. COPYRIGHT

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



REFLEXÕES SOBRE A INTRODUÇÃO DA TEORIA DOS GRAFOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

ANGELO SANTOS SIQUEIRA¹; ELINE DAS FLORES VICTER^{1,2};
ABEL RODOLFO GARCIA LOZANO^{1,2,3}; HÉRICA MIRANDA VIVEIROS¹

1 – UNIGRANRIO – ESCOLA DE CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO, LETRAS, ARTES E HUMANIDADES; 2 – UNIGRANRIO – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DAS CIÊNCIAS; 3 – UERJ – FACULDADE DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
elineflores@hotmail.com

Resumo - *Muito se fala nos dias de hoje sobre o uso de novas tecnologias para a melhoria do ensino, mas pouco é dito sobre a melhoria do ensino para contribuir na criação de novas tecnologias, isto é, estamos formando pessoas capazes de usar a tecnologia, mas não de criá-la e nem sequer entendê-la. Neste sentido pouco tem sido feito no ensino da matemática de forma a adequar os currículos para preparar os alunos nas áreas que contribuem para o desenvolvimento tecnológico, como é o caso da Teoria dos Grafos base da ciência da computação moderna. Este trabalho defende o ensino da Teoria dos Grafos na Educação Básica, uma vez que este ensino pode apresentar a Matemática como ferramenta de trabalho e disciplina capaz de despertar interesse e motivação nos alunos. Desta forma, este artigo tem por objetivo conscientizar os professores de Matemática da importância e da necessidade de lecionar dentro dos padrões de uma aprendizagem significativa. Para tal, será definido o conceito de aprendizagem significativa, e apresentado os principais problemas encontrados na Educação Básica em relação ao ensino da Matemática, as vantagens de introduzir a Teoria dos Grafos na Educação Básica e a importância do estudo desta teoria na formação dos professores de Matemática.*

Palavras-chave: *Aprendizagem significativa. Educação Básica e Teoria dos Grafos.*

I. INTRODUÇÃO

Quando se fala em matemática a maioria pensa em fórmulas complicadas e muitos números, mas quase sempre fica esquecida a parte que diz respeito ao raciocínio lógico que é na verdade uma das maiores contribuições que a matemática pode dar para a formação de qualquer pessoa, independente do que ela pretenda fazer no futuro, um advogado, um médico, um jornalista, todos precisam de raciocínio lógico, é verdade que outras áreas podem contribuir neste sentido, mas a matemática por seu caráter abstrato apresenta estas ideias na sua forma mais pura e geral, fazendo dela a mais adequada para desenvolver estas habilidades no aluno. A teoria dos grafos por não exigir grandes pré-requisitos para estudá-la é uma ferramenta muito eficiente para esses fins, se somarmos a isto o fato de que esta teoria é pedra fundamental na ciência da computação

moderna, não deixa sombra de dúvidas que deve ser parte do currículo da disciplina de matemática na educação básica.

Ao estudar teoria dos grafos, seus conceitos e aplicações, é possível perceber quantas contribuições esse tema pode trazer se introduzido na educação básica. Primeiramente, por não exigir grandes pré-requisitos para estudá-lo, e depois por apresentar a tão “temida” Matemática como uma ferramenta de trabalho acessível a todos que desejam estudá-la.

É importante deixar claro que a proposta de ensinar teoria dos grafos na educação básica não objetiva aumentar a lista de conteúdos a serem dados. A intenção é tornar os conteúdos significativos, desenvolvendo nos alunos a capacidade de reflexão sobre o que estão estudando, ao contrário do que ocorre com a maioria dos tradicionais estudos mecanizados, nos quais não há aprendizagem de fato.

Assim, pressupõe-se que o leitor deste artigo tenha conhecimentos sobre conceitos, modelos e aplicações básicas de teoria dos grafos para compreender a proposta apresentada.

II. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O conceito de “aprendizagem significativa” surgiu com David Ausubel (1980–2003), que, segundo Tavares, propunha que a aprendizagem ocorra de maneira mais natural e clara quando se faz uma ligação entre um conhecimento já existente com o novo conhecimento a adquirir. E “adquirir” no sentido de “aprender” e não simplesmente memorizar e depois esquecer. Para explicar isto, é importante citar Tavares (2004):

No fundo, estamos discutindo sobre a questão da escolha entre ter ou ser. Para se ter algo pouco se exige de energia interna ou emocional, basta se pagar o preço estipulado. Para ser de determinada maneira é necessária uma estruturação interna, uma disposição de mudança. A grande diferença entre esses dois estados é que se pode perder o que se tem, mas ninguém tira o que você é. Não existe a necessidade de mudanças internas na aprendizagem memorística. O conhecimento é absorvido literalmente, é usado nos exames, e depois, é esquecido. Ele não passa a fazer parte de si, da estrutura cognitiva e da maneira de ser do aluno. Não

enriquece a sua maneira de olhar o ambiente que o rodeia e os seus semelhantes. [TAVARES, 2004]

Para que a aprendizagem significativa ocorra são necessárias algumas condições, conforme a citação feita logo abaixo. E, de acordo com essas condições, acredita-se que a teoria dos grafos dá suporte, em especial, à segunda condição dada:

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógica e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio. [PELIZZARI, 2002]

D'Ambrósio (2005) defende a aprendizagem significativa, na qual o discente compreenda de que forma aquele conhecimento vai contribuir para sua formação de cidadão atuante e faz a seguinte colocação:

Como educadores, podemos oferecer às crianças de hoje, que constituem a geração, que em vinte ou trinta anos, estará em posição de decisão, uma visão crítica do presente e os instrumentos intelectuais e materiais que dispomos para essa crítica. Estamos vivendo uma profunda transição, com maior intensidade que em qualquer outro período da história, na comunicação, nos modelos econômicos e sistemas de produção, e nos sistemas de governança e tomada de decisão. A educação nessa transição não pode focalizar transmissão de conteúdos obsoletos, na sua maioria desinteressantes e inúteis, e inconsequentes na construção de uma nova sociedade. O que podemos fazer para as nossas crianças é oferecer a elas os instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que elas possam viver, com capacidade de crítica, numa sociedade multicultural e impregnada de tecnologia. [D'AMBRÓSIO, 2005]

D'Ambrósio (2005) fala sobre as transições que estamos vivendo em diversos âmbitos da nossa sociedade, e a educação não pode e não deve ficar alienada a estas mudanças. E tratando da formação ou mesmo da atualização dos professores de Matemática, o autor faz uma colocação que vem a encontro com esta reflexão:

A Matemática se impôs com forte presença em todas as áreas de conhecimento e em todas as ações do mundo moderno. (...) A aquisição dinâmica da Matemática integrada nos saberes e fazeres do futuro depende de oferecer aos alunos experiências enriquecedoras. Cabe ao professor do futuro idealizar, organizar e facilitar essas experiências. Mas para isso, o professor deverá ser preparado com outra dinâmica. Como diz Beatriz D'Ambrosio: "o futuro professor de matemática deve aprender novas ideias matemáticas de forma alternativa". [D'AMBRÓSIO, 2005]

Reforçando as reflexões supracitadas, Freire (1996) diz: "ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção".

Seguindo esse pensamento, pode-se afirmar que não é "depositando" inúmeros conteúdos descontextualizados da realidade do aluno, que se está ensinando ou capacitando-o para a sociedade em que vivemos. Para que ocorra uma aprendizagem significativa é preciso que o professor leve em consideração o saber já adquirido do aluno, e então, daí, faça-o continuar a construção de seu conhecimento. O educando precisa ter ciência do que está aprendendo, afinal, ainda de acordo com Freire (1996), o papel do educador não se resume a ensinar conteúdos, mas também a pensar certo.

Lembramos que um dos objetivos da matemática é contribuir para o desenvolvimento da abstração do aluno, e que algumas vezes, trazer quaisquer situações do cotidiano para sala de aula pode atenuar esse poder de abstração, sem falar nos diversos conteúdos de matemática que não podem ser contextualizados.

Entretanto, para pensar certo deve-se ter consciência "que o importante não é saber, mas sim, saber onde encontrar (...) o objetivo das escolas e universidades é contribuir para o bem-estar do povo, por isso sua tarefa mais importante é desenvolver, nos cidadãos, a capacidade de pensar" (ALVES, 1999). E são com esses argumentos, que este trabalho defende a aprendizagem significativa em todas as áreas de ensino, em especial, na Matemática, através do ensino, dentre outros conteúdos também relevantes, o da teoria dos grafos.

É preciso preparar o aluno para viver em uma sociedade onde tudo muda muito rápido. A tecnologia muda todo dia na sua aparência, são criados novos processadores, mas as bases matemáticas da tecnologia são as mesmas desde que esta foi criada, a máquina de Turing continua sendo o paradigma das máquinas atuais, a teoria dos grafos reforça esta ideia. Logo, o foco deve ser uma boa teoria de base que permita compreender as mudanças da superfície. Não adianta ensinar a usar cada novo computador que surgir, temos que ensinar como ele funciona, e com isto o aluno poderá apoderar-se do resto.

Para Pozo (1997 Apud BARBERÀ, 2004) a aprendizagem escolar exige dos alunos exatamente aquilo que eles menos têm condições de oferecer: a reprodução com exatidão daquilo que foi ensinado, deixando de lado o que mais necessitarão como futuros cidadãos, que é a capacidade de buscar, selecionar e interpretar informações. Vale destacar o pensamento deste autor:

Embora a meta final seja desenvolver capacidades nos alunos, o desenvolvimento de tais capacidades só pode ser obtido por meio dos conteúdos específicos de cada uma das matérias. Não se trata de renunciar a ensinar esses conteúdos, mas sim de compreender que a sua seleção, sua organização e o seu nível de exigência, com o qual sejam propostos, devem ser subordinados a outras metas mais gerais. (...) Não se trata de eliminar conteúdos, mas sim de relativizá-los, de selecioná-los, de sequenciá-los e de avaliá-los com critérios formativos e não apenas seletivos. [BARBERÀ, 2004]

Trazendo esse pensamento para a Matemática, há, mais ainda, a necessidade de considerar os conhecimentos prévios dos alunos, para assim, torná-lo significativo. Jurkiewicz (2008) defende as razões pelas quais alguns conteúdos da matemática discreta se mostram adequados para serem abordados na educação básica, e, em especial, destaca a teoria dos grafos, que, segundo o autor, além de não

necessitar de pré-requisitos matemáticos especiais, “reúne as qualidades de ser de compreensão acessível e de servir de porta de entrada para problemas importantes de gestão e de computação”. O autor enfatiza ainda a importância do papel da escola como personagem atuante nas modificações sociais passadas e também futuras, e, levando em consideração a participação da escola nessas mudanças (necessárias), ele levanta o seguinte questionamento: “a que objetivos deve responder o ensino da matemática no século XXI? Que tendências se apresentam como emergentes para este ensino?”. E para responder a estes questionamentos, ele nos leva a refletir como os currículos de matemática dos ensinos fundamental e médio tem-se desenvolvido de forma sequencial e cumulativa, e nos faz concluir que o que importa é a capacidade de introduzir o pensamento algorítmico (termo usado pelo autor para designar a ciência que estuda a estrutura e desenvolvimento de algoritmos) e argumenta:

O pensamento algorítmico pode e deve ser introduzido de forma educacionalmente pertinente de maneira a fornecer às sociedades do século XXI, não programadores (embora também), mas cidadãos aptos a viver num mundo onde a cultura dos procedimentos sequenciais se torna rapidamente um padrão. [JURKIEWICZ, 2008]

Jurkiewicz apresenta características da Matemática Discreta que a faz uma poderosa ferramenta didático-pedagógica, uma vez que esta possibilita oferecer problemas que levam os alunos a buscar o seu significado e sua solução avaliando uma, dentre muitas, respostas.

Ele ressalta ainda, que este procedimento para ocorrer, muitas vezes, precisa ser contornado pelo professor, que por sua vez, necessita conscientizar-se da importância da aprendizagem significativa, afinal, transformando a maneira de ensinar, a metodologia, a relação professor-aluno e vice-versa, pode-se transformar também o olhar dos alunos para a disciplina, e, conseqüentemente, elevar os índices de aproveitamento dos discentes na Matemática.

III. AS VANTAGENS DE INTRODUIR A TEORIA DOS GRAFOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O pensamento algorítmico é inerente às novas tecnologias, mas pouco é feito com relação ao desenvolvimento deste nos alunos, os professores muitas vezes não têm consciência deste fato, por exemplo, para calcular o mdc de dois números, dá-se preferência à decomposição em fatores primos, o que algoritmicamente é inviável até o momento, podia-se explorar o algoritmo de Euclides, que em um número finito de passos bem definidos nos dá o mdc de quaisquer dois números. Muitos problemas da teoria dos grafos incentivam o desenvolvimento do pensamento algoritmo, o que é mais uma razão para seu estudo como veremos ao longo desta seção.

A reflexão deste artigo agora estará voltada para a análise das possíveis vantagens de se introduzir o estudo sobre a Teoria dos Grafos na Educação Básica, destacando que “a necessidade urgente de mudanças nos programas de ensino da Matemática da Educação Básica é defendida por Jurkiewicz (2002), Friedmann (2003), Leventhal (2005) e Jurkiewicz e Leventhal (2004)” de acordo com o Grupo do Projeto Fundação/UFRJ. Entre as mudanças sugeridas figura a

introdução da Matemática Discreta, em particular, Teoria dos Grafos no Ensino Fundamental e Médio (OLIVEIRA *et al*, 2008).

O Grupo do Projeto Fundação/UFRJ, formado por professores das Educações Básica e Superior e por estagiários, desenvolveram um trabalho no qual argumentam as vantagens de introduzir o estudo da Teoria dos Grafos na Educação Básica. Partindo do princípio de que há uma necessidade de mudanças nos programas de Matemática do Ensino Médio, resolveram pesquisar meios de instrumentalizar professores para estas mudanças. Segundo eles, os educadores têm a missão de preparar os jovens para atender aos desafios do mundo moderno com as profundas transformações científico-tecnológicas.

E a Teoria dos Grafos faz parte dessas transformações, pois ela é base para a ciência da computação, ao mesmo tempo as necessidades da ciência da computação têm impulsionado o desenvolvimento da Teoria dos Grafos, isto é, a tecnologia tem sido mais um incentivador para o desenvolvimento desta teoria, ao utilizá-la para solucionar problemas de redes de interconexão, estrutura de dados, algoritmos, dentre outros.

De acordo com o trabalho desenvolvido pelo Grupo do Projeto Fundação/UFRJ, relatado em Oliveira et al. (2008), a Teoria dos Grafos é pouco estudada no Brasil em todos os níveis de ensino, e, no Ensino Médio é praticamente ausente. Porém, afirmam eles, que ela faz parte do currículo desse nível em vários países, havendo experiências bem sucedidas em escolas brasileiras. A apresentação de atividades mediante textos visa amenizar o quantitativo de analfabetismo funcional que se encontra em todos os níveis de ensino. Assim, o grupo finaliza suas pesquisas concluindo que os alunos apreciaram a informalidade, tiveram sua criatividade e intuição estimuladas e criaram as próprias estratégias. Além disso, afirmam também que os professores que tomaram conhecimento das atividades definiram o assunto como inovador, e, desconhecido por muitos. Salientaram que a metodologia ofereceu um caminho para a reformulação de suas práticas pedagógicas e que as aulas de Matemática podem auxiliar na erradicação do analfabetismo funcional da nossa juventude.

Segundo Ribeiro e Feiteira (2008), a Teoria dos Grafos pode assumir um papel preponderante na criação e desenvolvimento das competências expectáveis no final de cada ciclo e a potencializar a existência de alunos matematicamente competentes, através da diversidade de suas aplicações, potencialidades e facilidade de exploração em contexto escolar, contribuindo para que os alunos adquiram uma cultura matemática mais rica que os ajude a se tornarem cidadãos mais aptos para intervir na sociedade. E concluem afirmando que como a Teoria dos Grafos é uma área da Matemática onde não são necessários grandes pré-requisitos, podendo abordar praticamente todos os conceitos básicos envolvidos em qualquer ano de escolaridade, sem ser necessário formalizar ou desenvolvê-lo.

Jurkiewicz (2002), em “Oficinas de Matemática Discreta: Teoria dos Grafos”, faz uma reflexão sobre a transformação acelerada nos processos científicos e tecnológicos que vivemos. Destaca que a Informática depende de algoritmos, e que os programas e algoritmos são produções matemáticas de primeira necessidade. Entretanto, segundo ele, a algorítmica é parte da Matemática e não um

manual de uso de computadores. Assim, ainda de acordo com autor, o pensamento algorítmico pode e deve ser introduzido de forma educacionalmente pertinente de maneira a fornecer às sociedades do século XXI cidadãos aptos a viver num mundo onde a cultura dos procedimentos sequenciais se torna rapidamente um padrão. Porém, a maior parte desses processos ainda não tem seus instrumentos matemáticos divulgados no currículo habitual das educações básica e superior. Uma parte desses instrumentos se reúne no ramo da Matemática Discreta, e segundo o autor, se mostram adequados para uma abordagem na Educação Básica por diversas razões, entre elas podemos destacar: sua aplicação às atividades produtivas e sociais modernas, como por exemplo, transporte, telecomunicação, informática, dentre outras, e por seu aspecto extremamente lúdico, com desafios ao raciocínio. Em particular, a Teoria dos Grafos reúne as qualidades de ser de compreensão acessível, de servir de introdução para problemas importantes de gestão e de computação, e, sem precisar de pré-requisitos matemáticos para estudá-la.

Muniz Júnior (2007), assim como Jurkiewicz (2002), comentam sobre as transformações que vêm ocorrendo em nossa sociedade em relação aos avanços científicos e tecnológicos, e defende que para contribuir com uma educação matemática que trate dessa realidade computacional é necessário que a matemática ensinada contemple o estudo de ferramentas, que propiciem o desenvolvimento das novas habilidades, necessárias à compreensão, análise e utilização de processos algorítmicos. Assim como a utilização da tecnologia para entender a matemática é importante, se faz necessário, também, aprender matemática para entender a tecnologia. De acordo com o autor, a Teoria dos Grafos permite, de forma simples e contextualizada, a construção das ideias básicas que permeiam os processos algorítmicos, além de ser uma área riquíssima em aplicações, as quais nos remetem a problemas realmente contextualizados, interessantes e atuais, tais, como: Ciclos Eulerianos e Ciclos Hamiltonianos, o Problema do Caminho Mínimo, do Caminho Crítico, o Problema Chinês do Carteiro e do Caixeiro Viajante, dentre outros. O autor afirma ainda que o próprio desenvolvimento da Teoria dos Grafos, cujos primeiros resultados derivaram de desafios despreziosos (Problema das Sete Pontes de Königsberg e Conjectura das Quatro Cores) e jogos desafiadores (Jogo de Hamilton), nos remetem a problemas que, apesar de serem simples em sua compreensão e, portanto, acessíveis e oportunos para o Ensino Médio, desencadeiam soluções e discussões complexas, envolvendo potencialidades e limitações computacionais. Ao defender e justificar a sugestão de introduzir o estudo sobre a Teoria dos Grafos no Ensino Médio, Muniz Júnior (2007) faz o seguinte comentário:

É importante ressaltar que, em nosso trabalho, não objetivamos ensinar o aluno a criar algoritmos e nem aprender programação de computadores. Buscar-se-á, nas atividades, que o discente entenda como um computador é instruído a resolver alguns problemas. Isto é, que tipo de estratégia uma máquina, previamente programada, poderia usar, a partir de um conjunto de tarefas, passo a passo, que a permitiria rapidamente testar, pesquisar ou exibir soluções do problema apresentado, e de que modo teoremas e métodos podem

interferir na forma de o computador trabalhar. [MUNIZ JR., 2007]

Este autor destaca, ainda, que a articulação da Matemática ensinada no Ensino Médio com temas atuais da ciência e da tecnologia tem sido defendida e recomendada, e cita um recente documento do MEC que traz recomendações sobre a exploração de problemas combinatórios, e não apenas os usuais, e importantes problemas de contagem:

No Ensino Médio, o termo “combinatória” está usualmente restrito ao estudo dos problemas de contagem, mas esse é apenas um de seus aspectos. Outros tipos de problemas poderiam ser trabalhados na escola – são aqueles relativos a conjuntos finitos e com enunciados de simples entendimento relativo, mas não necessariamente fáceis de resolver. Um exemplo clássico é o problema das pontes de Königsberg, tratado por Euler em 1736. (...) Problemas dessa natureza podem ser utilizados para desenvolver uma série de habilidades importantes: modelar o problema, via estrutura de grafo – no exemplo, um diagrama em que cada ilha é representada por um ponto e cada ponte é um segmento conectando dois pontos; explorar o problema, identificando situações em que há ou não solução; convergir para a descoberta da condição geral de existência de uma tal solução... Muitos outros exemplos de problemas combinatórios podem ser tratados de modo semelhante, tais como determinar a rota mais curta em uma rede de transportes ou determinar um eficiente trajeto para coleta de lixo de uma cidade. [BRASIL, 2006, Apud MUNIZ JR., 2007]

O autor continua sua defesa pela introdução da Teoria dos Grafos no Ensino Médio, justificando-a como uma ferramenta poderosa para resolver problemas de minimização e maximização, afirmando que o aluno pode e deve ter contato com esse tipo de matemática, já na Educação Básica. E busca respaldo no campo da legislação vigente em nosso país, no qual o ensino de grafos converge para as três finalidades do Ensino Médio, apresentadas no art. 35, da LDB, quais sejam:

O Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidade:

I – a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

III – a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos nos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

(Lei nº 9.394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Art.35).

O autor faz a relação afirmando que desde os conceitos estudados em grafos até a existência, necessidade, interpretação e utilização de algoritmos para resolver problemas envolvendo esses assuntos, o ensino de grafos colabora para que as três finalidades, acima descritas, sejam atingidas. Além disso, as atividades de grafos realizadas em sala de aula não somente apontam, mas, também, contribuem potencialmente para a compreensão dos

fundamentos científicos e tecnológicos nos processos produtivos, que é a terceira finalidade apontada pela LDB para o Ensino Médio. O autor afirma ainda que planejamento, execução e avaliação de ações de intervenção na realidade são apontados nos PCN's do Ensino Médio como objetivos da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 1999, p. 34), apontando assim mais uma justificativa para a abordagem desse assunto, na medida em que ele fornece conhecimentos para a interpretação, análise e execução de ações do cotidiano. E para finalizar, o autor conclui que, o estudo dos algoritmos é uma ótima oportunidade, dentro de grafos, para contribuir com a compreensão do aluno de como o conhecimento matemático, aliado à tecnologia, tem lidado com problemas importantes.

IV. ALGUNS DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA EM RELAÇÃO AO ENSINO DE MATEMÁTICA

Para iniciar este tópico que pretende apontar alguns dos principais problemas encontrados na Educação Básica em relação ao ensino da Matemática, será destacada a seguinte citação:

O analfabetismo funcional é o fator principal do fracasso escolar generalizado. [...] Seus efeitos aparecem em todas as disciplinas mais particularmente em Matemática. [...] A erradicação desse analfabetismo deveria ser prioridade de toda política educacional. [GLAESER, 1999, apud Oliveira *et al*, 2008]

É preciso entender a princípio o que significa “analfabetismo funcional”. Segundo Ribeiro (1997), em “Educação e Sociedade”, o termo analfabetismo funcional foi cunhado nos Estados Unidos na década de 1930 e utilizado pelo exército norte-americano durante a Segunda Guerra, “indicando a capacidade de entender instruções escritas necessárias para a realização de tarefas militares” (CASTELL, LUKE & MACLENNAN (sd) apud RIBEIRO, 1997). Ainda segundo o autor, o termo passou a ser utilizado para designar a capacidade de utilizar a leitura e a escrita para fins pragmáticos, em contextos cotidianos, domésticos ou de trabalho, muitas vezes colocado em contraposição a uma concepção mais tradicional e acadêmica, fortemente referida a práticas de leitura com fins estéticos e à erudição. Em alguns casos, o termo analfabetismo funcional foi utilizado também para designar um meio termo entre o analfabetismo absoluto e o domínio pleno e versátil da leitura e da escrita.

Ou seja, matematicamente falando, podemos dizer que analfabeto funcional é uma classe de educandos que sabem ler e escrever, porém não conseguem interpretar o que leram, não conseguem fazer uso dessa leitura, nem trabalhar com as informações que têm. Para exemplificar podemos relacionar à quantidade de alunos, principalmente da Educação Básica, que conseguem ler problemas matemáticos, mas só conseguem resolvê-los se seguir uma determinada sistematização, e se o problema desviar desta sistematização seja com uma informação a mais ou a menos (necessária ou não para a resolução do problema), o analfabeto funcional não consegue mais resolver o problema fornecido.

Ribeiro e Feiteira (2008) destacam que dentre as diversas disciplinas em que são realizados exames nacionais, a Matemática tem sido a que piores resultados apresentam. Daí surge a necessidade de facultar aos nossos alunos a oportunidade para que estes se tornem matematicamente competentes. Afirmam ainda que o processo que conduzirá à criação de uma sociedade matematicamente crítica e competente poderá iniciar-se começando por encarar a resolução de problemas do contexto dos alunos – aprendizagem significativa – como ponto de partida para introduzir e explorar os diversos conteúdos, de modo a que estes possuam verdadeiro sentido e significado – encarando a resolução de problemas como metodologia e não como conteúdo, que segundo os autores é tal como referem Leal, Veloso e Abrantes (1994).

Ponte (1992) faz um comentário relevante sobre o ensino da Matemática e digno de reflexão:

A Matemática é um assunto acerca do qual é difícil não ter concepções. É uma ciência muito antiga, que faz parte do conjunto das matérias escolares desde há séculos, é ensinada com caráter obrigatório durante largos anos de escolaridade e tem sido chamada a um importante papel de seleção social. Possui, por tudo isso, uma imagem forte, suscitando medos e admirações. [PONTE, 1992.]

Este comentário de Ponte (1992) nos faz refletir sobre como a imagem da Matemática tem sido apresentada aos alunos desde às séries iniciais e o quanto isso tem refletido nos resultados de aprovações e reprovações que temos hoje. Antes mesmo de aprendê-la, a maioria dos educandos já possuem um pré-conceito sobre seu estudo, que muitas das vezes é negativo. É preciso modificar este conceito de Matemática que muitos têm, e apresentar seus benefícios para a sociedade, principalmente quando esta depende dela como uma ferramenta de trabalho, tal como cita D’Ambrósio (2005):

Entendo matemática como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural. [D’AMBRÓSIO, 2005.]

De acordo com Araújo e Luizo (2004), citados em Agne e Frota (2007), o aprendizado em Matemática na Educação Básica está abaixo do que seria aceitável. Esta é uma das principais conclusões extraídas dos resultados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 2003. Para medir o desempenho, foram aplicados testes a uma amostra representativa de estudantes da 4ª e 8ª séries do ensino fundamental, atual 5º e 9º anos de escolaridade. De acordo com autores, “verifica-se que a escola não está se adequando ao avanço tecnológico”, e esta conclusão surgiu de uma entrevista feita com professores de Matemática, para um trabalho que estuda o levantamento das principais dificuldades matemáticas encontradas no ensino da Educação Básica.

Assim, cabe a nós, educadores, buscarmos meios de obter avanços educacionais significativos – significativo não quer dizer quantitativo e muito menos estatístico, e sim qualitativo – que favoreça o educando a se tornar apto a

viver (e não apenas sobreviver) em sociedade, preparando-o para enfrentar as exigências do mercado de trabalho e com condições de dar prosseguimento em seus estudos. Tal como cita D'Ambrósio (2005): “o grande desafio que se encontra na educação é, justamente, habilitar o educando a interpretar as capacidades e a própria ação cognitiva de cada indivíduo”.

V. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA TEORIA DOS GRAFOS NA FORMAÇÃO DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Para iniciar este tópico faz-se necessário uma reflexão com base na seguinte pergunta: como pode o professor de Matemática introduzir o estudo da Teoria dos Grafos no Ensino Médio, se ele próprio não teve conhecimento, tampouco aprofundamento do assunto em questão em sua Graduação de Licenciatura em Matemática? Para que esta introdução aconteça é de extrema importância refletir que ela deve acontecer de cima para baixo, ou seja, primeiro formam-se professores capacitados para ensiná-las, depois a introduzam no Ensino Médio.

D'Ambrósio (2005) fala sobre as transições que estamos vivendo em diversos âmbitos da nossa sociedade, e a Educação não pode e não deve ficar alienada a estas mudanças. E, com base em todos os argumentos já apresentados até agora neste artigo em defesa da introdução do estudo da Teoria dos Grafos na Educação Básica uma frase de D'Ambrósio (2005) nos faz refletir: “o que podemos fazer para nossas crianças é oferecer a elas os instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que elas possam viver, com capacidade de crítica numa sociedade multicultural e impregnada de tecnologia”.

Não se pode pensar em mudanças no Ensino Médio, sem ao menos questionar a formação de quem forma os educandos desse nível de ensino.

Santos (2005) pesquisou sobre a Formação dos professores de Matemática fazendo um levantamento de estudos feitos sobre isso e entrevistadas com coordenadores de alguns cursos de Matemática e com os formandos na área em questão, e o resultado, segundo ele, mostra que existe uma grande dificuldade em discutir a abordagem desses conteúdos da Educação Básica, que o futuro professor ensinará, sem atrelá-la à ideia de revisar conteúdos, para constituir os pré-requisitos das demais disciplinas da Licenciatura e justificando isso pela formação matemática precária dos alunos que ingressam nos cursos de Licenciatura. Por sua vez, os alunos egressos entrevistados demonstram grande preocupação com a própria capacidade para ensinar os conteúdos básicos.

Mais uma vez, se torna claro que para introduzir a Teoria dos Grafos na Educação Básica precisamos introduzi-la primeiramente na Licenciatura em Matemática, para que os professores se tornem aptos para ensiná-la.

E para concluir este tópico de estudo vale destacar mais uma citação de D'Ambrósio (2005) sobre o papel do professor de Matemática:

Vejo-me como um educador que tem Matemática como sua área de habilidades e de competência e as utiliza, mas não como um matemático que utiliza sua condição de educador para a divulgação e transmissão de suas habilidades e competências matemáticas. Minha ciência e meu conhecimento estão subordinados ao

meu humanismo. Como educador matemático, procuro utilizar aquilo que aprendi como matemático para realizar minha missão de educador. Em termos muito claros e diretos: o aluno é mais importante que programas e conteúdos. [D'AMBRÓSIO, 2005.]

Uma vez que a Teoria dos Grafos possibilita ao aluno compreender de forma direta a utilidade prática da Matemática, só por isso já se faz importante o seu ensino na Educação Básica, e logo se faz necessário para que isso aconteça o seu ensino em Licenciatura em Matemática.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todas as reflexões e argumentações deste artigo, pode-se concluir que Teoria dos Grafos, apesar de ser uma área de estudo recente da Matemática, se comparada a outras, como por exemplo, a Geometria, já apresenta muitos estudos voltados para ela, e nota-se a sua importante contribuição nos estudos matemáticos e principalmente tecnológicos e vice-versa.

Pesquisando e estudando Teoria dos Grafos nos deparamos com uma área da Matemática Discreta que não requer conhecimentos complexos para compreendê-la em sua fundamentação básica, por outro lado, possibilita a quem se dispõe a estudá-la uma vasta rede de conhecimentos e descobertas.

Ao estudar Teoria dos Grafos, seus conceitos, características e aplicações, conclui-se quantas contribuições este tema pode trazer se introduzido na Educação Básica. Primeiramente, por não exigir grandes pré-requisitos para estudá-lo, e depois por apresentar a tão “temida” Matemática como uma ferramenta de trabalho acessível a todos quanto se propõe estudá-la. De acordo com o levantamento feito neste artigo sobre as dificuldades encontradas quanto ao ensino da Matemática, as principais respostas obtidas foram em relação aos alunos não conseguirem interpretar o que leem, e serem dependentes de mecanismos repetitivos para conseguirem solucionar problemas matemáticos. Além disso, destacou-se também, o fato do pré-conceito negativo que os alunos têm a respeito desta disciplina e à falta de conhecimentos de aplicações da Matemática, que gera o desinteresse pela área. É claro, que existem outros problemas que geram as dificuldades em Matemática, porém não vem ao caso discuti-los neste trabalho, uma vez que o objetivo deste não está focado nisto, e sim na sugestão de introduzir a Teoria dos Grafos na Educação Básica como uma forma de aprendizagem significativa.

Este tema responde a favor de todas estas dificuldades apontadas acima. Os problemas que envolvem Teoria dos Grafos permitem a cada um buscar sua própria solução, desenvolvendo assim o raciocínio lógico, além disso, não são problemas com respostas prontas e imediatas, e, portanto auxiliam na erradicação do analfabetismo funcional matemático, ou seja, quando o indivíduo é capaz apenas de solucionar problemas cujas respostas sejam operações matemáticas diretas. Outra contribuição está no fato de mitificar a crença que os alunos têm de que nem todos conseguem aprender Matemática e de que é uma ciência de difícil compreensão em todos os âmbitos, uma vez que Teoria dos Grafos traz em si problemas que despertam a curiosidade, logo, espera-se que despertará também motivação nos alunos para compreendê-los.

Entretanto, para sugerir a introdução da Teoria dos Grafos na Educação Básica faz-se necessário sugerir também o estudo da Teoria dos Grafos em cursos de Licenciatura em Matemática. Como pode um professor de Matemática compreender e defender a importância da introdução da Teoria dos Grafos na Educação Básica e suas contribuições para tal, se ele não teve conhecimento desta área em seu curso de Graduação?

Quantos questionamentos são feitos quanto ao ensino de Matemática quando se trata em responder a dúvida da maioria das pessoas leigas na área: “para que serve isto? Em que isto é útil?”, e quando temos a resposta antes mesmo da conclusão do ensino, como acontece na Teoria dos Grafos, a matéria não é ensinada aos alunos da Educação Básica.

Teoria dos Grafos é uma área da Matemática Discreta e uma ferramenta indispensável para a Informática, por exemplo. Assim, graduandos em Informática se formam com conhecimento nesta área da Matemática, enquanto os graduandos de Licenciatura em Matemática, muitas vezes, se formam sem sequer ouvir falar no assunto.

Assim como afirmou D’Ambrósio (2005), estamos vivendo diversas transformações, e a educação não só precisa como tem por obrigação acompanhar essas transformações.

Para finalizar, é preciso deixar claro que este trabalho não teve, em momento nenhum, o intuito de fazer críticas quanto ao ensino da Matemática na Educação Básica, tampouco na Licenciatura em Matemática, embora, às vezes, esta crítica tenha sido inevitável. Entretanto, espera-se que este trabalho possa contribuir com a evolução do ensino da Matemática através da sugestão de introduzir a Teoria dos Grafos na Educação Básica buscando uma aprendizagem significativa, gerando, ao menos, reflexões quanto ao assunto.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNE, L. S.; FROTA, P. R. de O. Dificuldades de Aprendizagem em Matemática na 5ª série da E.E.B. Humberto de Campos de Criciúma/ SC: um estudo de caso, 2007. **IX Encontro Nacional de Educação Matemática**. Disponível em <<http://www.sbem.com.br/>> Acesso em: 7 jun. 2009.

ALVES, R. **Entre a ciência e a sapiência – O dilema da educação**. São Paulo: Loyola, 1999.

BARBERÁ, E. *et al.* **O construtivismo na prática**. Artmed, 2004.

BOAVENTURA NETTO, P. O. **Grafos: Teoria, Modelos, Algoritmos**. Rio de Janeiro: Edgard Blücher, 2006.

BRASIL. Lei nº 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Art. 35. Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999.

D’AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática – Elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

FEITEIRA, R.; RIBEIRO, C. M. Modelagem no Básico e Secundário: um percurso possível à introdução dos Grafos, 2008. Disponível em <http://www.apm.pt/files/_Co_Ribeiro_Feiteira_486a01bf84ab8.pdf> Acesso em 21 mar. 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

JURKIEWICZ, S. **Grafos: uma introdução** (2008). Disponível em <<http://obmep.org.br/>> Acesso em 2 jan. 2009.

JURKIEWICZ, S. **Matemática Discreta e Ensino Médio** (sd). Disponível em <<http://ensino.univates.br/>> Acesso em 2 jan. 2009.

JURKIEWICZ, S. **Oficinas de Matemática Discreta – Teoria dos Grafos** (2002). Disponível em <<http://www.unisinos.br/>> Acesso em 27 set. 2008.

MUNIZ JR., I. **Grafos e Algoritmos: Conceitos, Aplicações e Experiências no Ensino Médio** (sd). Disponível em <<http://www.sbem.com.br/>> Acesso em 16 mai. 2009.

OLIVEIRA, J B. P., *et al.* Introduzir o Estudo de Grafos com Textos, Jogos e Situações Interdisciplinares. UFRJ, Grupo do Projeto Fundação, 2008. Disponível em <<http://www.sbemrj.com.br/spemrj6/artigos/b7.pdf>> Acesso em 2 jan. 2010.

PELIZZARI, A. *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, n.1, 2002. Disponível em: <http://files.percursosdosaber.webnode.pt/teoria_da_aprendizagem_signifi_Ausubel.pdf>. Acesso em 8 fev. 2011.

PONTE, J. P. Concepções dos Professores de Matemática e Processos de Formação (1992). Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/92-Ponte\(Ericeira\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/92-Ponte(Ericeira).pdf)> Acesso em 16 mai. 2009.

REVISTA NOVA ESCOLA. São Paulo: Abril. 202 ed, mai.2007.

RIBEIRO, V. M. Alfabetismo funcional: Referências Conceituais e metodológicas para a pesquisa. **Educação e Sociedade**, v. 18, n.60. Campinas, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>> Acesso em 6 jun. 2009.

SANTOS, R. C. Conteúdos Matemáticos da Educação Básica e sua Abordagem em Cursos de Licenciatura em Matemática, 2005. Disponível em: <<http://www.sapientia.pucsp.br/>> Acesso em 6 jun. 2009.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, 2004. Disponível em: <<http://www.objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/MEC/2239/Textos/ASConceitos.pdf>>. Acesso em 8 fev.2011.

VIVEIROS, H. M. Teoria dos Grafos: por que não ensinarmos na Educação Básica? [Monografia]. Duque de Caxias (RJ): Universidade do Grande Rio, 2009.

VIII. COPYRIGHT

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



PREVALÊNCIA DE *TRICHOMONAS VAGINALIS* EM MULHERES ATENDIDAS NO SETOR DE GINECOLOGIA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

VANESSA DAL BEN¹; GABRIEL KLAFKE²; CARLA VITOLA³; CARLOS SCAINI⁴; FABIANE GATTI⁵

1 - MESTRANDA EM PARASITOLOGIA PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS;
2, 3, 4, 5 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
nessadalben@hotmail.com

Resumo – O protozoário flagelado *Trichomonas vaginalis* é o agente etiológico da tricomonose, uma das doenças sexualmente transmissíveis (DST) não-virais mais frequentes do mundo. Estima-se que ocorram 250 milhões de novos casos por ano, a maioria em mulheres, as quais podem apresentar desde um estado assintomático até quadros severos. Dentre as principais complicações estão doença inflamatória pélvica, infertilidade, neoplasia cervical, parto prematuro, baixo peso de neonatos e o aumento do risco de transmissão do HIV-1. Este estudo tem como objetivo determinar a prevalência de *T. vaginalis* em mulheres atendidas no setor de ginecologia do Hospital Universitário de Rio Grande-RS. Foram analisadas 80 amostras de secreção vaginal através do exame a fresco e cultural utilizando meios de cultivo específico, Diamond e Kupferber. A prevalência de *T. vaginalis* encontrada nessa população foi de 2,5% (2/80). É fundamental a utilização de um diagnóstico laboratorial sensível, visto que, a presença da tricomonose pode levar ao desenvolvimento de complicações futuras.

Palavras-chave: Tricomonose. Diagnóstico. Prevalência. *Trichomonas Vaginalis*.

I. INTRODUÇÃO

Trichomonas vaginalis é um protozoário flagelado, agente causador da tricomonose registrado pela primeira vez por Donné em 1936. A tricomonose é uma das doenças sexualmente transmissíveis (DST) não-virais mais comum do mundo (GERBASE *et al.*, 1998). Estima-se que aproximadamente 685 mil pessoas contraem a doença por dia (RIVERO *et al.*, 2004) e que ocorrem 250 a 350 milhões de novos casos por ano (WHO 2001), sendo na maioria (92%) em mulheres (GERBASE *et al.*, 1998). Tem sido identificada em pessoas com idade de 15 a 50 anos, em várias raças e classes sociais diferentes, apresentando uma distribuição cosmopolita (BEHETS *et al.*, 2001).

Os sintomas são difusos, podendo variar de um quadro assintomático até severa vaginite (DE CARLI *et al.*, 2006). Os sintomas mais comuns são: vaginites, cervicites e uretrites (BARRIO, 2002), em 20% dos casos ocorre corrimento amarelo, abundante, espumoso e mucopurulento, podendo apresentar odor vaginal anormal e pH elevado entre 5,0 e 7,0 (LEHKER & ALDERETE, 2000).

A tricomonose é frequente em gestantes e pode promover nascimento prematuro e baixo peso de bebês ao nascer de mães infectadas (COTCH *et al.*, 1997). Esta infecção têm sido associada com doenças graves como

câncer cervical (GRAM *et al.*, 1992), doença inflamatória pélvica (HEINE & MCGREGOR 1993), infertilidade (HYNIE *et al.*, 1960). Há também associação da infecção com a promoção da transmissão do vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) (SORVILLO & KERNDT, 1998).

A taxa de incidência depende de alguns fatores como idade, quantidade de parceiros sexuais, frequência de atividade sexual, fase do ciclo menstrual, presença de outras DSTs, coletas de amostras e métodos diagnósticos utilizados (PETRIN *et al.*, 1998). Os padrões de vida, nível educacional e higiene pessoal, também influenciam na incidência da tricomonose (HOGNIBERG & BURGESS, 1994). Convém salientar que a baixa escolaridade, a pobreza e as condições sanitárias precárias possibilitam a propagação de DSTs (BEHETS *et al.*, 2001).

O diagnóstico clínico da tricomonose é difícil, pois os sintomas são semelhantes aos de outras DST, sendo necessária a investigação laboratorial (DE CARLI *et al.*, 2006). O diagnóstico clássico é obtido através da coleta de exsudato vaginal, por microscopia óptica, realizando o exame direto (ABRAHAM *et al.*, 2005), observando os parasitos móveis (RIVERO *et al.*, 2004). Embora esse método seja útil, rápido e de baixo custo, apresenta limitações, podendo ocorrer dificuldade de visualização devido a perda da sua motilidade após ser retirado da temperatura corporal (menos de 10- 20 minutos após coleta) e baixa sensibilidade, 60-70% comparada com a cultura (PETRIN *et al.*, 1998; SCHWEBKE *et al.*, 2011). O cultivo em meio médio líquido é considerado o método de referência para tricomonose (PETRIN *et al.*, 1998). Esse método tem como vantagem detectar casos clínicos os quais possuem uma baixa quantidade de parasitos, ou até mesmo em pacientes assintomáticos (RIVERO *et al.*, 2004). Vários meios líquidos são disponíveis para a cultura do *T. vaginalis*. Diamond é considerado o “padrão ouro” para o diagnóstico da tricomonose (SOOD & KAPIL, 2008).

O objetivo desse estudo foi determinar a prevalência da tricomonose em mulheres atendidas no setor de ginecologia do Hospital Universitário da cidade do Rio Grande-RS, realizar o diagnóstico laboratorial da tricomonose, padronizar a metodologia para cultivo de *Trichomonas vaginalis* em secreção vaginal e avaliar diferentes metodologias para o diagnóstico, comparando o exame direto com diferentes métodos de cultivo.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 80 pacientes atendidas no setor de ginecologia e obstetria do Hospital Universitário da cidade do Rio Grande- RS, incluindo diferentes faixas etárias, coletadas no período de julho de 2010 a dezembro de 2011.

As mulheres participantes do estudo foram convidadas junto ao serviço ginecológico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Rio Grande. O contato com as mesmas foi realizado durante consultas regulares com uma médica obstetra colaboradora do projeto. As pacientes que aceitaram a participar do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido durante a consulta ginecológica.

A pesquisa foi realizada junto aos ambulatórios de atendimento público do Hospital Universitário – FURG e as amostras foram processadas no Laboratório de Parasitologia da Área Interdisciplinar de Ciências Biomédicas – Faculdade de Medicina na Universidade Federal do Rio Grande AICB/FAMED/FURG.

As amostras foram coletadas durante a consulta ginecológica por uma médica obstétrica participante do projeto e armazenadas adequadamente em tubo estéril. Em seguida, foram encaminhadas ao Setor de Parasitologia para processamento.

***Exame a fresco:** As amostras foram centrifugadas a 2500 rpm durante 10 minutos, e preparadas para o exame a fresco com uma gota do sedimento e uma gota de solução salina, colocada lamínula e observado microscopicamente em aumento de 400x.

***Cultura:** Do centrifugado foi retirado 100µl do sedimento e semeado nos meios de cultivo específicos para crescimento de *T. vaginalis*, Diamond e Kupferberg. A preparação dos meios foi realizada conforme a indicação dos fabricantes. Nos meios, foi adicionado o composto PSF (antifúngico e antibacteriano).

Após, as amostras foram incubadas em jarra de anaerobiose, em período de 7 a 10 dias na estufa a 37°C. Os meios de cultivo que apresentaram positividade foram observados no microscópio em aumento de 400x.

Os resultados positivos dos exames realizados foram informados as pacientes pela médica responsável pela coleta, e todas que tiveram a DST diagnosticada foram imediatamente tratadas.

***Análise estatística:** O intervalo de confiança (IC) foi de 95% e o limite de erro permitido foi de 5,2%.

III. RESULTADOS

No exame direto, foi observada a prevalência de 1,3% (1/80) entre as pacientes atendidas no Setor de Ginecologia e Obstetria do Hospital Universitário e 98,7% (79/80) foram negativas, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 - Diagnóstico de tricomonose baseado no exame direto nas mulheres atendidas no Hospital Universitário de Rio Grande – RS (n=80)

Amostras	Exame direto	
	n	%
Positivas	1	1,3
Negativas	79	98,7

De 80 amostras realizadas foi observada a prevalência de 2,5% (2/80) pelo meio de cultivo Diamond e 1,3% (1/80) pelo meio de cultivo Kupferberg, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 - Diagnóstico de tricomonose baseado nos meios de cultivo Diamond e Kupferberg

Amostras/Cultivo	Diamond		Kupferberg	
	n	%	n	%
Positivas	2	2,5	1	1,3
Negativas	78	97,5	79	98,7

IV. DISCUSSÃO

Neste trabalho observamos uma prevalência de 2,5% de *T. vaginalis* por cultivo. Ribeiro *et al.* (2007), encontrou em seu estudo uma prevalência de 2% para *T. vaginalis*, através de exames citopatológicos. Perazzi *et al.* (2007), observou uma prevalência de 4,5% no seu estudo, utilizando o cultivo como método diagnóstico em mulheres grávidas.

Lobo *et al.* (2003), relatou em seu estudo uma prevalência de 6% em mulheres, comparando dois métodos diagnósticos diferentes, Papanicolau e PCR, demonstrando maior sensibilidade por PCR. Dal Pogetto *et al.* (2011), descreveu em seu estudo com profissionais do sexo uma prevalência de 3,0% para *T. vaginalis*, o qual utilizou o meio de cultivo Diamond para o diagnóstico. Sumadhya *et al.* (2011), encontrou uma prevalência de 6,9% para tricomonose em mulheres, utilizando diferentes métodos diagnósticos exame direto, coloração com Giemsa e cultivo, demonstrando maior sensibilidade no cultivo.

Alguns trabalhos apresentam uma prevalência para tricomonose mais alta, como 20,0% em mulheres residentes na Vila dos Papeleiros em Porto Alegre - RS (De Carli *et al.*, 2006). Pattullo *et al.* (2009), encontrou uma prevalência de 18,8%. Devemos considerar as condições precárias de saúde, as quais podem fazer com que a prevalência seja elevada, além disso, os valores de prevalência variam de acordo com a população estudada.

O exame direto é mais rápido, fácil e possui baixo custo, no entanto, muitos estudos mostram que possui uma baixa sensibilidade em relação ao cultivo e PCR. Pattullo *et al.* (2009), realizou uma comparação de métodos diagnósticos em seu estudo e encontrou uma prevalência de 18,8%, como citado acima, porém 8,8% apresentaram negatividade no exame direto. Para todas as amostras negativas no exame direto outros métodos diagnósticos foram utilizados paralelamente para a confirmação e obteve uma concordância de 100% entre teste rápido e cultivo. Lemos *et al.* (2009), utilizou no seu estudo três métodos diagnósticos, exame direto, cultivo em meio Diamond e exame citológico, encontrou uma prevalência de 13,9%. A cultura obteve 13,9% da presença de *T. vaginalis*, a citologia 13,5% e o exame a fresco 11,4%.

O cultivo é considerado o método padrão ouro para o diagnóstico de *T. vaginalis*. Em nosso estudo foi utilizado dois meios de cultivo diferentes, Diamond e Kupferberg, no entanto, não encontramos resultados significativos entre os dois. Publicações indicam o meio Diamond como referência. Patel *et al.* (2000), publicou uma revisão de diagnóstico sobre tricomonose, o meio Diamond foi

utilizado em dez estudos e a média de sensibilidade foi de 95%. O meio Kupferberg foi utilizado em três estudos e a média de sensibilidade foi de 78%.

V. CONCLUSÃO

O diagnóstico laboratorial da tricomonose por exame direto apresenta baixa sensibilidade, subestimando sua prevalência, sobretudo em pacientes assintomáticas, motivo pelo qual é necessário implementar metodologias mais sensíveis.

O cultivo é considerado o método padrão ouro, pois possibilita a detecção de maior número de casos positivos, devido sua maior sensibilidade e especificidade.

É fundamental utilizar metodologias mais sensíveis durante a rotina laboratorial para obter o real diagnóstico de *Trichomonas vaginalis*.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, A.M.L., ARTILES, M.C.L., MASSÓ, J.R.F., MARTIN, D.G.S., ALONSO, M., RODRIGUEZ, E.A. Evaluación de um método de aglutinación com partículas látex sensibilizadas para El diagnóstico de tricomoniasis vaginal. *Revista Cubana Medicina Tropical*, 57(2):133-6, 2005.
- BARRIO, A.G., RUIZ, J.N., PEREIRA, D.M., GALLEGO, E.R., FERNÁNDEZ, E.R., ESCARIO, J.A. Biological variability in clinical isolates of *Trichomonas vaginalis*. *Membro Instituto Oswaldo Cruz*, 97(6):893-896, 2002.
- BEHETS, F., ANDRIAMIADANA, J., RASAMILALAO, D., RATSIMBAZAFY, N., RANDRIANASOLO, D., DALLABETTA, G., COHEN, M. Sexually transmitted infections and associated socio-demographic and behavioral factors in women seeking primary care suggest Madagascar's vulnerability to rapid HIV spread. *Tropical Medicine & International Health*, 6:202-211, 2001.
- COATCH, M.F., PASTOREK II, J.G., NUGENT, R.P., HILLIER, S.L., GIBBS, R.S., MARTIN, D.H., ESCHENBACH, D.A., EDELMAN, R., CAREY, J.C., REGAN, J.A., KROHN, M.A., KLEBANOFF, M.A., RAO, A.V., RHOADS, G.G. *Trichomonas vaginalis* associated with low birth weight and preterm delivery. The vaginal infections and prematurity study Group. *Sexually Transmitted Diseases*, 24:353-60, 1997.
- DALPOGETTO, M.R.B., SILVA, M.G., PARADA, C.M.G.L., Prevalência de doenças sexualmente transmissíveis em mulheres profissionais do sexo, em um município do interior paulista, Brasil. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 19(3):07 telas, 2011.
- DE CARLI, G.A., TASCA, T., BOHNS, G.R., VIEIRA, P.B., VIEIRO, R.C., RIBEIRO, J., NEVES, F.G., WILTUSCHNIG, R.C.M., BORGES, F.P., MICHEL, R.V. Prevalência da Tricomonose em mulheres residentes na Vila dos Papeiros em Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira Análises Clínicas*, 38(2):127-130, 2006.
- GERBASE, A.C., ROWLEY, J.T., BERKLEY, S.F.D., et al Global prevalence and incidence of selected curables STDs. *Sexually Transmitted Infections*, 74:S12-S16, 1998.
- GRAM, I.T., MACALUSO, M., CHURCHILL, J., STALSBERG, H. *Trichomonas vaginalis* (TV) and human papillomavirus (HPV) infection and the incidence of cervical intraepithelial neoplasia (CIN) grade III. *Cancer Causes Control*, 3:231-236, 1992.
- HEINE, P., MCGREGOR, J.A. *Trichomonas vaginalis*: a re-emerging pathogen. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 36:137-144, 1993.
- HOGNIBERG, B.M., BURGESS, E. Trichomonads of importance in human medicine including *Dientamoeba fragilis*. In: Kreier, J.P. *Parasitic Protozoa*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 9: 1-57, 1994.
- HYNIE, J., PETER, R., VESELY, K. Pseudo cervical blockade bu tricomoniasis. *International Journal of Fertility*, 5:66-70, 1960.
- LEHKER, M.W., ALDERETE, J.F. Biology of tricomoniasis. *Current Opinion Infectious Diseases*, 13:37-45, 2000.
- LEMONS, P.A.P. Ocorrência da infecção por *Trichomonas vaginalis* em mulheres HIV positivas e negativas atendidas em hospitais de referência em Goiânia, Goiás, Brasil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Medicina Tropical do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás, 38(1):71-72, 2009.
- LOBO T. T., FEIJO G., CARVALHO SE., COSTA P. L., CHAGAS C., et.al. A comparative evaluation of the Papanicolaou test for the diagnosis of tricomoniasis. *Sexually Transmitted Diseases*, 30(9):694-699, 2003.
- PATEL, S.R., WIESE, W., PATEL, S.C., OHL, C. BYRD, J.C. AND ESTRADA, C.A. Systematic review of diagnostic tests for vaginal tricomoniasis. *Infectious Diseases in Obstetrics and Gynecology*, 8:248-247, 2000.
- PATTULLO, L., GRIFFETH, S., DING, L., MORTENSEN, J., REED, J., KAHN, J., HUPPERT, J. Stepwise diagnosis of *Trichomonas vaginalis* infection in adolescent women. *Journal Clinical Microbiology*, 47(1):59-63, 2009.
- PERAZZI, B., MENGHI, C., COPPOLILLO, E., GATTA, C., ELISEHT, M.C., et.al. Investigación de *Trichomonas vaginalis* durante el embarazo mediante diferentes metodologias. *Revista Argentina Microbiologia*, 39:99-104, 2007.
- PETRIN, D., DELGATY, K., BHATT, R., GARBER, G. Clinical and Microbiological Aspects of *Trichomonas vaginalis*. *Clinical Microbiology Review*, 11:300-317, 1998.
- RIBEIRO, A., OLIVEIRA, D.F., SAMPAIO, M.C.M., CARNEIRO, M.A.S., TAVARES, N.L.A., et.al. Agentes microbiológicos em exames citopatológicos: estudo de prevalência. *Revista Brasileira Análises Clínicas*, 39(3): 179-181, 2007.
- RIVERO L.R., SARIEGO RAMOS I, PEREZ C.S., NODARSE J.F. Behavior "in vitro" of isolations of *Trichomonas vaginalis*, using mice NMRI as experimental model. *Revista Chilena Infectologia*, 21(2):179-185, 2004.
- SOOD, S., KAPIL, A. Un update on *Trichomonas vaginalis*. *Indian Journal of Sexually Transmitted Diseases*, 29(1), 2008.
- SORVILLO, F., KERNDT, P. *Trichomonas vaginalis* and amplification of HIV-1 transmission. *Lancet* 351:213-214, 1998.
- SUMADHYA, F.D., SATHYA, H., CHATURAKA, R., SENAKA, R. Improving diagnosis of *Trichomonas vaginalis* infection in resource limited health care settings in

Sri Lanka. *Journal of Global Infectious Diseases*, 3:324-328, 2011.

WHO. Global prevalence and incidence of selected curable sexually transmitted infections. Overview and estimates. 27-29, 2001.

VII. COPYRIGHT

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