

SINERGIA

Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Artigos

$$f(t) = \min \begin{cases} [-C(0)(1-IR) + D_j(IR)](1+r)^t + f_{j-1}(t-1)(1+r)^{t-1} \\ [-C(0) + VR_j - VC_j - I_j](1-IR) + D_j(IR)(1+r)^t + [L_{j-1}(t-1)](1+r)^{t-1} \end{cases} \begin{matrix} \text{Reter} \\ \text{Substituir} \end{matrix}$$

Tabela 2: Principais características de Web 1.0 e Web 2.0 (TREIN & SCHLEMMER, 2008, p.4).

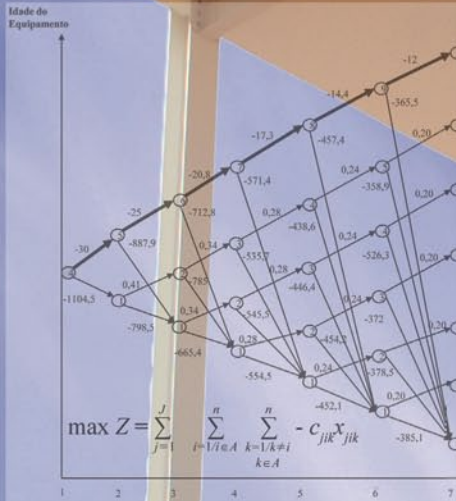


Figura 2: Modelo Híbrido e Política Ótima de Reposição.

- Reflexões sobre web 1.0, web 2.0 e web semântica

Publicação	Participação
Weblogs	Weblogs

- O efeito da canonização de Frei Galvão sobre o turismo em Guaratinguetá (SP)

Weblogs	Weblogs
---------	---------

- Um modelo alternativo de otimização para a reposição de equipamentos

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Coração artificial e dispositivos de assistência circulatória no Brasil e no mundo

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Aplicação de um programa computacional algébrico em tema da estática dos sólidos

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Ambiente computacional para ensino de radiologia e diagnóstico por imagem: sistema tutor para treinamento de residentes e levantamento de termos técnicos

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- A utilização de *software* educacional em sala de aula e de T3 mudança nas atitudes dos alunos em relação à matemática

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Sintaxe poética de *Os trabalhos e os dias*

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Estudo comparativo entre GMDH e redes neurais aplicados na monitoração de sensores

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Comunicação homem-máquina por meio de linguagem natural falada no Brasil

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Estudo das Normas Brasileiras de Contabilidade aplicadas ao setor público

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- Planejamento e controle da produção: dimensões para sua integração nas empresas em redes

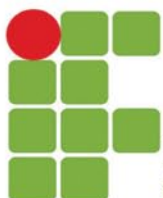
Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- A implantação do Sistema de Gestão Integrada (SIG) em laboratórios de análises clínicas e biomédicas

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------

- O perfil do educador no Brasil Colônia – fase jesuítica

Webtop – disco remoto	Webtop – disco remoto
-----------------------	-----------------------



PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Luís Inácio Lula da Silva

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Fernando Haddad

**SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**
Eliezer Moreira Pacheco

REITOR
Arnaldo Augusto Ciquielo Borges

**PRÓ-REITOR DE PESQUISA
E INOVAÇÃO**
João Sinohara da Silva Sousa

PRÓ-REITORA DE ENSINO
Lourdes de Fátima Bezerra Carril

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO
Garabed Kenchian

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO
Yoshikazu Suzumura Filho

**PRÓ-REITOR DE DESENVOLVIMENTO
INSTITUCIONAL**
Gersony Tonini Pinto

Ministério
da Educação



SINERGIA

**"associação de vários fatores
para uma ação coordenada"**

REVISTA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO

SEMESTRAL

ISSN 2177-451X

Sinergia

São Paulo

v. 11

n. 2

p. 121-240

jul./dez. 2010

EDITOR
Dr. Raul de Souza Püschel

CONSELHO EDITORIAL
Dra. Ana Lúcia Gatti
Universidade São Judas Tadeu

Dra. Carla Witter
Universidade São Judas Tadeu

Dr. Carlos Frajuca - IFSP

Dra. Diana Vieira
Instituto Politécnico do Porto

Dra. Elza Maria Tavares
Unicastelo

Dra. Geraldina Porto Witter
Livre-docente Unicastelo

Dr. João Sinohara S. Sousa - IFSP

Dr. Leandro Oliveira
Universidade do Minho

Dr. Marcelo de Almeida Buriti - IFSP

Dr. Raul de Souza Püschel - IFSP

Dra. Suely Corvacho - IFSP

Dra. Vera Socci
Universidade de Mogi das Cruzes

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Cristine Vecchi/Mtb. 41974/SP

**DIAGRAMAÇÃO, ARTE FINAL
IMPRESSA E ELETRÔNICA**
Ademir Silva

**MAPA
RELAÇÃO DOS CAMPI IFSP**
Fabio Villela

**FOTOS DE CAPA
CAMPUS BARRETOS**
Fabio Villela

APOIO TÉCNICO
Karin Kagi

**PROJETO GRÁFICO DE
CONTRACAPA**
Alessandro Rossi

REVISÃO
Cyntia Regina Fischer (Inglês)
Raul de Souza Püschel (Português)



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

A Revista SINERGIA é uma publicação semestral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - São Paulo e tem por objetivo a divulgação de todo o conhecimento técnico, científico e cultural que efetivamente se alinhe ao perfil institucional do Instituto Federal - São Paulo.

Os artigos publicados nesta Revista são de inteira responsabilidade de seus autores.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos sem a prévia autorização dos autores.

**CONTATO:
NÚCLEO EDITORIAL DA REVISTA SINERGIA**

site: <http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia>
e-mail: sinergia@cefetsp.br

Raul de Souza Püschel tel.: 2763-7679
Ademir Silva tel.: 2763-7633/2763-7679

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010

SINERGIA (Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia - São Paulo).
São Paulo, v.11 n.2, jul./dez., 2010

Semestral

ISSN 2177-451X

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia - São Paulo - Periódicos.

CDU 001(05)“540.6”: (81)

SUMÁRIO

EDITORIAL

Raul de Souza Püschel **127**

Reflexões sobre web 1.0, web 2.0 e web semântica

Siony da Silva **129**

O efeito da canonização de Frei Galvão sobre o turismo em Guaratinguetá (SP)

Renata Monier/Glauber Eduardo de Oliveira Santos **136**

Um modelo alternativo de otimização para a política de reposição de equipamentos

Eder Oliveira Abensur **140**

Coração artificial e dispositivos de assistência circulatória no Brasil e no mundo

Beatriz Uebelhart/Pedro Ivo T. C. Antunes/Aron José Pazin de Andrade/

Eduardo Guy Perpétuo Bock **151**

Aplicação de um programa computacional algébrico em tema da estática dos sólidos

Lin Chau Jen **156**

Ambiente computacional para ensino de radiologia e diagnóstico por imagem:
sistema tutor para treinamento de residentes e levantamento de termos técnicos

Marília Guimarães Pinheiro/Jorge Elias Jr **161**

A utilização de *software* educacional em sala de aula e a mudança nas atitudes dos
alunos em relação à matemática

Luiz Gonzaga Xavier de Barros/Marcos Antonio Santos de Jesus/Valter Alves Pequeno **168**

Sintaxe poética de *Os trabalhos e os dias*

Raul de Souza Püschel **176**

Estudo comparativo entre GMDH e redes neurais aplicados na monitoração de sensores

Elaine Inácio Bueno/Iraci Martinez Pereira Gonçalves/Antonio Teixeira e Silva **182**

Comunicação homem-máquina por meio de linguagem natural falada no Brasil

Gilza Paim Mandelman/Márcio Abud Marcelino/Marcio Mandelman **190**

Estudo das Normas Brasileiras de Contabilidade aplicadas ao setor público <i>Marcelo Bernardino Araújo</i>	197
Planejamento e controle da produção: dimensões para sua integração nas empresas em redes <i>Sergio Luiz Kyrillos/Francisco José Santos Milreu/José Benedito Sacomano/ José Paulo Alves Fusco</i>	205
A implantação do Sistema de Gestão Integrada (SIG) em laboratórios de análises clínicas e biomédicas <i>Paulo Henrique Lopes Alves/José Carlos Nunes Barreto</i>	218
O perfil do educador no Brasil Colônia – fase jesuítica <i>Jordana Romero Silva Motta</i>	231



EDITORIAL

Raul de Souza Püschel

Editor

Doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Buscando novas soluções para problemas advindos de novos parâmetros tecnológicos, produtivos e/ou acadêmicos, a revista traz artigos inovadores, sem se descuidar da tradição acadêmica. Em um leque amplo de trabalhos, o número atual começa com “Reflexões sobre web 1.0, web 2.0 e web semântica”, em que a autora, na continuação de outras de suas pesquisas já publicadas anteriormente em *Sinergia*, destaca as modificações pelas quais passa a internet, agora marcada pela participação mais intensa e efetiva do usuário.

Em “O efeito da canonização de Frei Galvão sobre o turismo em Guaratinguetá (SP)”, estuda-se como e por que houve modificações e intensificação no turismo da cidade referida nos últimos anos.

O trabalho “Um modelo alternativo de otimização para a política de reposição de equipamentos” mostra de que forma, por meio de um modelo matemático, a interação entre Engenharia Econômica, Programação Dinâmica e Problema de Roteamento de Veículo auxilia o planejamento de longo prazo, no que diz respeito a uma política de reposição de bens de capital.

Em “Coração artificial e dispositivos de assistência circulatória no Brasil e no Mundo” são estudados alguns avanços nos estudos cardiológicos, mostrando-se o histórico e a caracterização de dispositivos, tais como o balão intraórtico, bem como as bombas axiais, centrífugas e pulsáteis.

O artigo “Aplicação de um programa computacional algébrico em tema da estática dos sólidos” revela como o CAS (*Computer Algebra Systems*) não só propicia cálculos, como também “possibilita a manipulação de expressões matemáticas na forma simbólica”, sendo, para o autor, de emprego essencial por parte dos estudantes de Engenharias e de Tecnologia.

Em “Ambiente computacional para ensino de radiologia e diagnóstico por imagem: sistema tutor para treinamento de residentes e levantamento de termos técnicos”, fala-se de um sistema tutor em operação pela internet, que auxilia o estudo de casos clínicos de lesão focal no fígado, e permite o treinamento quanto à interpretação de imagens por parte do médico residente, assim como o estabelecimento de um léxico que facilita a uniformização da indexação, além da recuperação de informação radiológica.

O estudo “A utilização de *software* educacional em sala de aula e a mudança nas atitudes dos alunos em relação à matemática” revela que o desempenho dos alunos melhorou com o uso do *software* Winplot e que não há diferença no desempenho estatisticamente significativo entre os gêneros masculino e feminino. Além disso, demonstrou que, em geral, o corpo discente é amplamente favorável à utilização de computadores em sala de aula.

O oitavo artigo, “Sintaxe poética de *Os trabalhos e os dias*”, discute, sob o signo da analogia, a obra de um dos fundadores da poética ocidental, o grego Hesíodo. Para tanto, vale-se principalmente da leitura de Vernant.

“Estudo comparativo entre GMDH e redes neurais aplicados na monitoração de sensores” revela como o primeiro apresenta resíduos menores que os obtidos com a utilização de redes neurais. Para tanto, “utilizou-se uma base de dados gerada por um modelo teórico do reator de pesquisas IEA-R1”, situado no IPEN na Cidade Universitária.

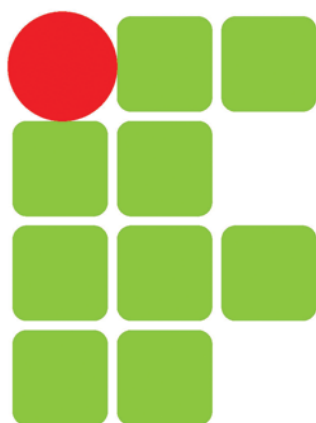
O décimo trabalho “Comunicação homem-máquina por meio de linguagem natural falada no Brasil” propõe como sistema de interface uma linguagem batizada de “brazilês” (*sic*), a fim de facilitar o processamento digital de sinais.

“Estudo das Normas Brasileiras de Contabilidade aplicadas ao setor público” apresenta passos que permitem maior transparência contábil, valorizando a ótica patrimonial e não meramente a de caráter orçamentário.

A seguir “Planejamento e controle da produção: dimensões para sua integração nas empresas em redes” discorre sobre o que é capaz de interferir em controle de produção. Para tanto, primeiro faz uma revisão bibliográfica da questão, depois mostra como se dá a rede de operações e a governança da rede, até chegar à proposta de modelo conceitual, que é uma evolução de um anteriormente pensado pelos autores.

Em “A implantação do Sistema de Gestão Integrada (SIG) em laboratórios de análises clínicas e biomédicas” é feito um estudo sobre como uma empresa de medicina de saúde conseguiu “aliar qualidade, meio ambiente e saúde ocupacional”.

Esta edição é finalizada com “O perfil do educador no Brasil Colônia – fase jesuítica”, em que é discutida a preocupação que os jesuítas tinham com o preparo do professor, bem como são analisados aspectos de tal modelo de ensino.



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

REFLEXÕES SOBRE WEB 1.0, WEB 2.0 E WEB SEMÂNTICA

Siony da Silva

Professora aposentada do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Mestre em Educação

A internet enquanto espaço comercial, de comunicação, informação e aprendizado, está tendo uma grande evolução. Passamos de um estágio estático, denominado Web 1.0, para um processo dinâmico, caracterizado pela participação do usuário, com a criação de redes sociais e ambientes de colaboração. Esta web denomina-se Web 2.0. A Web 3.0 ou Web semântica surge da evolução de Web 2.0. Este artigo tem por objetivo refletir a evolução da web e destacar suas principais características.

Palavras-chave: Web 1.0. Web 2.0. Web semântica.

The Internet as a commercial space of information, communication and learning, has been having a great evolution. We moved from a static stage, called Web 1.0, to a dynamic process, characterized by the participation of the user, with the creation of the social networks, and collaborative environments. This web is called Web 2.0. The Web 3.0 or Semantic Web is the evolution of Web 2.0. This article aims to reflect the evolution of the web, and highlight its main features.

Keywords: Web 1.0. Web 2.0. Web semantics.

A internet é um espaço em constante evolução. Passamos de um espaço denominado Web 1.0 – caracterizado pela elaboração de conteúdos por especialistas, enquanto o usuário realizava leitura e mantinha contatos através das tecnologias de informação como *chat*, *e-mail*, ou seja, o usuário era “passivo” – para um outro cenário, de participação, de tal forma que o usuário pode também criar, utilizando diversas mídias.

Assim passamos a incorporar estes recursos em nossas vidas, de forma bem transparente, sem que precisemos conhecer suas características técnicas. Precisamos apenas escolher os recursos que melhor se adequem às nossas necessidades de comunicação, de acesso à informação, de lazer e aprendizado, sendo este processo dinâmico, pois cada vez existem mais recursos disponíveis no nosso entorno. (SILVA, 2009, p.27)

Esse novo espaço da *web* denomina-se Web 2.0, cujo termo “busca descrever o atual período

da rede cuja ênfase passa da publicação (que caracterizou os primeiros dez anos da *web*) para a colaboração” (PRIMO & SMANIOTTO, 2006). Dessa forma, o foco da Web 2.0, não está na tecnologia, mas nas pessoas e também nos serviços de empresas que estas pessoas utilizam.

A diferença entre a Web 1.0 e a Web 2.0 está no significado das palavras *download* e *upload*, ou seja, enquanto na Web 1.0 o usuário baixava conteúdos que lhe interessavam, na Web 2.0 ele também pode enviar arquivos de textos e outras mídias, além de escrever no texto elaborado por outras pessoas (ALVES, 2008, p. 3). Esta participação do usuário contribui para que “uma riqueza cognitiva se estabeleça e se expanda em um espaço cujo acesso é amplo, em tese possível a todos. A Web 2.0 é a ‘*web* da leitura/escrita’ [*read/write Web*].” (MARINHO et al., 2009 p. 8)

A seguinte comparação entre a Web 1.0 e Web 2.0, feita por De la Torre (2006, p. 7), enfatiza a participação do usuário como produtor e consumidor de conteúdos, em um ambiente dinâmico que é a Web 2.0.

Tabela 1: De la Torre (2006, p. 7).

Web 1.0 (1993 – 2003)		Web 2.0 (2003 -)
Leitura	MODO	Escrita compartilhada
Página	MÍNIMA UNIDADE DE CONTEÚDO	Mensagem – Artigo – <i>Post</i>
Estático	ESTADO	Dinâmico
Navegador	MODO DE VISUALIZAÇÃO	Navegador, Leitor de <i>RSS</i>
Cliente servidor	ARQUITETURA	Serviço <i>Web</i>
<i>Webmasters</i>	EDITORES	Todos
<i>Geeks</i>	PROTAGONISTAS	<i>Aficionados</i>

As principais características da Web 1.0 e Web 2.0 são destacadas na Tabela 2 (TREIN & SCHLEMMER, 2008). Nesta tabela nota-se a participação dos usuários através de

elaboração de *blogs*, com utilização de sistemas amigáveis, e, entre outros elementos, a construção coletiva e colaborativa de conhecimentos.

Tabela 2: Principais características da Web 1.0 e Web 2.0 (TREIN & SCHLEMMER, 2008, p.4).

Web 1.0	Web 2.0
Publicação	Participação
<i>Input – output</i>	Processo – <i>Troughput</i> (PRIMO, 2000)
Páginas pessoais	<i>Weblogs</i>
Tecnologia	Atitude
<i>Desktop</i> - disco rígido	<i>Webtop</i> – disco remoto
Navegador	Plataforma <i>web</i>
Sistemas complexos	Interfaces amigáveis
Um - Um	Todos – Todos
Sociedade da Informação	Sociedade do Conhecimento
Interação reativa (PRIMO, 2000)	Interação mútua (PRIMO, 2000)
HTML	XML
Hierárquico	Heterárquico
Controle de conteúdo	Construção coletiva e colaborativa – autoria
Reflexivo	Autônomo

Atualmente os recursos *disponibilizados* pela Web 2.0 facilitam a participação do

usuário. Algumas ferramentas ou recursos de *software* da Web 2.0 são:

Ferramenta	Característica	Exemplos de programas
Agregadores de Notícias	São programas que reúnem os textos dos <i>sites</i> preferidos em uma única tela e avisam quando novidades são publicadas na internet.	<i>Bloglines</i> <i>Google reader</i>

Ferramenta	Característica	Exemplos de programas
Apresentações	“Serviços que permitem hospedar apresentações multimídia, publicá-las e compartilhá-las bem como mantê-las privadas. Possui opções para selecionar como favoritas as apresentações de outros usuários, criar contatos, administrar grupos, eventos e controlar as leituras e <i>downloads</i> efetuados”. (CATÁLOGO DE RECURSOS DIDÁTICOS DE LA WEB 2.0, 2009) (Tradução livre do espanhol)	<i>Slideshare</i> <i>Slide</i>
Blog	“ <i>Blogs</i> são meios de comunicação coletivos que promovem a criação e o consumo de informação original e verdadeira e que provocam com muita eficiência a reflexão pessoal e social sobre temas dos indivíduos, dos grupos e da humanidade”. (SANTAMARÍA, 2005, p. 3) (Tradução livre do espanhol)	<i>Blogger</i> <i>Wordpress</i>
Fotos	Ferramentas <i>online</i> que permitem que o usuário coloque imagens na <i>web</i> , e que tais imagens possam ser compartilhadas e organizadas em álbuns.	<i>Flickr</i> <i>Picasa</i>
Mapas	Ferramentas disponíveis na <i>web</i> que facilitam a localização através de mapas.	<i>Google maps</i> <i>CommunityWalk</i>
Marcadores sociais	Forma de armazenar, classificar e compartilhar enlaces na internet ou intranet.	<i>Delicious</i> <i>Mister Wong</i>
<i>Microblog</i>	Ferramenta pela qual o usuário envia mensagens curtas (até 140 caracteres).	<i>Twitter</i> <i>Tumbar</i>
Redes sociais	Locais na <i>web</i> em que usuários criam suas relações pessoais e interagem com essas pessoas.	<i>Orkut</i> <i>Facebook</i>
<i>Wikis</i>	“ <i>Wiki</i> é um <i>sítio web</i> criado colaborativamente através do trabalho de vários autores”. (SANTAMARÍA, 2005, p. 8) (Tradução livre do espanhol)	<i>Wikispaces</i> <i>Wetpaint</i>

Fonte: A autora.

Considerando a evolução da *web*, bem como a participação do usuário e os recursos oferecidos por este desenvolvimento, muitos dos problemas encontrados na Web 1.0 são resolvidos com a Web 2.0.

A Tabela 3 destaca alguns problemas e como eles podem ser solucionados pela Web 2.0 (CORMENZANA, 2006).

Tabela 3: Alguns problemas e como eles podem ser solucionados pela Web 2.0 (CORMENZANA, 2006).

Problema	Solução WEB 2.0
Conhecer as novidades dos <i>sites</i> favoritos	Subscrição a <i>feeds</i> com RSS (<i>bloglines</i>)
<i>Disponibilizar</i> e compartilhar <i>sites</i> favoritos	Guardar e etiquetar meus favoritos (<i>del.icio.us</i>)
Encontrar, criar e compartilhar conteúdo multimídia	Imagens (<i>flickr</i>) Vídeos (<i>youtube</i>) Sons (<i>odeo</i>)
<i>Disponibilizar online</i> meus documentos e aplicações de trabalho	Escritório virtual (<i>EyeOs, Google Docs</i>)
Criar e manter uma página pessoal	<i>Weblog</i> ou <i>Blog</i> (<i>Blogger, WordPress, MVD COM</i>)
Criar um <i>sítio web</i> colaborativo	<i>Wiki</i> (<i>wikipedia, WikiSpaces</i>)

Embora a evolução da *web* tenha proporcionado um cenário de comunicação, participação e colaboração, continuamos a nos deparar com uma grande quantidade de dados, de tal forma que a busca da informação que desejamos em muitas situações se torna demorada, e não atende às nossas necessidades.

Esta *web* atual é sintática e, dessa forma, possui páginas direcionadas para pessoas, e não para o processamento, sendo seu principal foco a apresentação da informação, e assim o processo de interpretação é feito pelo usuário. (LÓSCIO, 2007)

Frente a esse problema, surge a Web 3.0 ou Web Semântica, que *utiliza uma nova linguagem que permite incorporar informação sobre o significado de cada recurso, assim como sua relação com outros dados disponíveis na rede.* (LAGO & CACHEIRO, s/d, p. 2) (Tradução livre do espanhol)

A web semântica possibilita a pesquisa dos dados de forma mais fácil.

A web semântica ajuda a resolver os dois grandes problemas atuais que são a sobrecarga de informação e heterogenidade de fontes de informação, e também o problema da interoperabilidade. (W3C, 2008) (tradução livre do espanhol).

Lago & Cacheiro (s/d, p. 2), citando Koper, destacam que “o propósito da web semântica é permitir agentes de *software* que interpretem os conteúdos da *web* para ajudar os usuários a desempenharem suas tarefas.”

Reig (2009) reforça a importância da base de dados e a interoperabilidade na web semântica.

A *web* semântica é aquela que se constrói em linguagem que os computadores possam entender. (...) é uma *web* de dados escritos em formatos interoperáveis, de base de dados compatíveis que constroem algo como âmbitos conceituais globais em toda *web*. São dados em que os computadores podem interpretar, relacionar com outros, etc, para devolver resultados ou uma experiência mais cômoda e satisfatória para o usuário. Para que isso seja possível, é necessário padrões (W3C é o encarregado para isso), traduzir conceitos do mundo para códigos da informática. (REIG, 2009 p.2) (Tradução livre do espanhol)

Para que isso ocorra, são utilizados mecanismos que ajudam a converter a *web* em uma infraestrutura global, de tal forma que seja possível compartilhar e reutilizar dados e documentos entre diferentes tipos de usuários.

A nova geração de formatos está encabeçada por *XML (Extensible Markup Language)* y *RDF (Resource Description Framework)*, incluindo ontologias – taxonomias de conceitos com atributos e relações que proporcionam um vocabulário consensual para definir redes semânticas de unidades de informação interrelacionadas – que especificarão as regras lógicas para que os agentes de software reconheçam e classifiquem cada conceito. (PEROJO & LEÓN, 2005, p. 1) (tradução livre do espanhol)

As principais tecnologias da web semântica são:

- metadados: dados sobre dados;
- ontologias: “...define os termos que serão utilizados para descrever e representar uma área de conhecimento. As ontologias são utilizadas pelas pessoas, pelas bases de dados e pelas aplicações que necessitam compartilhar um domínio de informação ...” (W3C, 2004)
- Agentes de *software*: “componentes de *software* capazes de atuar de forma a resolver tarefas em nome do usuário”. (GONÇALVES, 2007, p. 3)
- Lógica.

Lóscio (2007) conclui que na web semântica: “agentes farão o ‘trabalho pesado’, ontologias serão usadas para definição de vocabulários comuns para os agentes; a troca de informações entre os agentes poderá ser feita com linguagens baseadas em XML; estratégias de negociação poderão ser escritas em lógica”

Embora haja um grande interesse da comunidade acadêmica, dos setores públicos e privados na web semântica como realidade, existem algumas dificuldades como as de consensuar a associação de ideias, já que a percepção de pessoas com relação a algum conteúdo pode variar, além do desenvolvimento da Web 3.0 representar alto custo em termos de tempo, esforços e recursos. (FUNDACIÓN DE LA INNOVACIÓN BANKINTER, 2007, p. 67)

As aplicações para a web semântica permitirão processar, reutilizar e partilhar a informação inteligentemente, com ou sem ajuda humana.

A *web* transformar-se-á assim numa enorme base de conhecimento compartilhado, constantemente lida e escrita não só por humanos, mas também por aplicações semânticas. (GONÇALVES, 2007, p. 72)

Gonçalves (2007, p. 74) destaca que a web semântica é uma extensão da *web* atual, sendo uma evolução e não uma revolução da *web* atual, sendo uma iniciativa liderada pelo W3C

... que pretende criar um meio universal para troca de informação, atribuindo significado (semântica) ao conteúdo dos documentos da web, de modo a que esse significado seja compreendido não só por humanos, mas também por máquinas. (GONÇALVES, 2007, p. 74)

Embora os recursos tecnológicos tenham trazido muitos benefícios para a comunicação a distância e para o aprendizado, o seu emprego também tem o lado obscuro caracterizado pela perda de identidade, pelo avanço do anonimato, pelo surgimento de novas formas de manipulação, pelo surgimento de novo poder midiático, e pela possibilidade de incrementar o número de oportunistas. (CORMENZANA, 2006). Nesse sentido, se torna necessário o aprendizado do uso destas tecnologias, e a escola é o local onde as pessoas aprendem a utilizar tais recursos.

A *web*, desde seu surgimento, tem sido utilizada na área educacional devido à sua estrutura não linear. Assim o estudante pode elaborar seu próprio caminho de busca de informação. Outras características da *web* é a possibilidade de utilizar vários tipos de mídias (textos, imagens e sons), a existência de várias ferramentas de comunicação (*e-mail*, *chats*, videoconferência), a facilidade de participação em ambientes de colaboração, e a formação de redes sociais. Sabemos que a Web 3.0 está em desenvolvimento e, ao ser incorporada na educação, trará grandes benefícios para o aprendizado. Mas para isso é necessário que o aluno saiba utilizá-la e, a

partir das informações *disponibilizadas*, seja capaz de transformá-las em conhecimento, de forma crítica e responsável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a evolução da internet, passamos da etapa de leitor de conteúdos (Web 1.0) para a etapa de leitor de conteúdo e também de criador de conteúdos, de tal forma que não há necessidade de muito conhecimento técnico para que possamos expressar nossas opiniões e sentimentos (Web 2.0). Apesar desse avanço, e talvez devido a esse avanço também, a forma como acessamos a informação em muitas situações não atende as nossas necessidades. O desenvolvimento da web semântica pode propiciar um novo cenário de busca de informação e interação com as pessoas.

A escola, como parte da sociedade, deverá ficar atenta a esse desenvolvimento e, para isso, qualificar professores para que eles possam fazer uso dos recursos tecnológicos em suas atividades didático-pedagógicas, de tal forma que os alunos se apoderem da tecnologia, e não as utilizem como meros repetidores de informação.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. *EAD: planejar de olho no sujeito social*, 2008. Disponível em: <<http://recantodasletras.uol.com.br/artigos/825967>>. Acesso em: 5 maio 2009.

CATÁLOGO DE RECURSOS DIDÁTICOS DE LA WEB 2.0, 2009. Disponível em: <<http://web.unir.net/wikiweb20/>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

CORMENZANA, F. *Web 2.0. Educación 2.0: usos educativos para las nuevas herramientas web*, 2006. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/zupernano/Web-2-y-educacin>>. Acesso em: mar. 2009.

DE LA TORRE, A. Web Educativa 2.0. In: *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología*

Educativa, n. 20, 2006. Disponível em: <<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec20/anibal20.pdf>>. Acesso em: 1º out. 2009.

FUNDACIÓN DE LA INNOVACIÓN BANKINTER, 2007. Disponível em: <http://www.conocimientoytecnologia.org/pdf/gestion_conocimiento/orsi/estudios_actualidad/25_web2_0.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2009.

GONÇALVES, V. M. B. *A web semântica no contexto educativo*. Tese (Doutorado). Universidade do Porto, 2007. Disponível em: <http://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/620/1/tese_phd_vg.pdf>. Acesso em: 23 out. 2009.

LAGO, B.; CACHEIRO, M. L. *La web semántica en educación*, s/d Disponível em: <http://labspace.open.ac.uk/file.php/3315/atigo_mari_y_baldomero.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2009.

LÓSCIO, B. F. Web semântica. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/bernafarias/apresentacao-web-semnticas-sbbd-2007-presentation>>. Acesso em: 23 out. 2009.

MARINHO, S, P. et al. Oportunidades e possibilidades para a inserção de interfaces da web 2.0 no currículo da escola em tempos de convergências de mídia. In: *Revista E-Curriculum*, São Paulo, v. 4, n. 2, jun. 2009. Disponível em: <http://www.pucsp.br/ecurriculum/artigos_v_4_n_2_jun_2009/art5.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2009.

PEROJO, K. R.; LEÓN, R., H. *Web semántica: un nuevo enfoque para la organización y recuperación de información en el web*. In: *ACIMED*, v.13, n.6, Ciudad de La Habana nov.-dic. 2005. Disponível em: <http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci030605.htm>. Acesso em: 7 out. 2009.

PRIMO, A.; SMANIOTTO, A. Comunidades de blogs e espaços conversacionais. In: *Revista de Ciências da Informação e da Comunicação do CETAC*, n. 3, out., 2006.

Disponível em: <http://prisma.cetac.up.pt/artigospdf/14_alex_primo_e_ana_smaniotto_prisma.pdf>. Acesso em: 5 maio 2009.

REIG, D. *Entrevista web semántica – 3.0 para la revista Computing*, 2009. Disponível em: <<http://www.dreig.eu/caparazon/2009/09/22/entrevista-web-semantica-3-0-para-la-revista-computing/>>. Acesso em: 1º out. 2009.

SANTAMARÍA, F. G. *Herramientas colaborativas para la enseñanza usando tecnologías web: weblogs, redes sociales, wikis, web 2.0*, 2005. Disponível em: <http://gabinetedeinformatica.net/descargas/herramientas_colaborativas2.pdf>. Acesso em: maio 2009.

SILVA, S. Blog como recurso educacional na web 2.0. In: *Revista Iluminart*, v. 1, n. 3, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.cefetsp.br/edu/sertaozinho/revista/iluminart.htm>>. Acesso em: 17 dez. 2009.

TREIN, D.; SCHLEMMER, E. Projetos de aprendizagem no contexto da Web 2.0: possibilidades para a prática pedagógica, 2008. In: *I Seminário Webcurrículo PUC-SP*. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://gpedunisinos.wordpress.com/producao/artigos/>>. Acesso em: 21 jun. 2009.

W3C. OWL web ontology language: use cases and requirements, 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-webont-req-20040210/#onto-def>>. Acesso em: 18 nov. 2009.

W3C. Guia breve de web semântica, 2008. Disponível em: <<http://www.w3c.es/Divulgacion/Guiasbreves/WebSemantica>>. Acesso em: 21 ago. 2009.

Para contato com a autora:

siony.silva@gmail.com

O EFEITO DA CANONIZAÇÃO DE FREI GALVÃO SOBRE O TURISMO EM GUARATINGUETÁ (SP)

Renata Monier

Tecnóloga em Gestão de Turismo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Glauber Eduardo de Oliveira Santos

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Doutorando em Economia do Turismo pela Universidade das Ilhas Baleares (Espanha)

O presente artigo busca analisar os efeitos da canonização de Frei Galvão sobre a atividade turística em Guaratinguetá (SP), cidade natal do santo. O levantamento realizado contou com pesquisa bibliográfica, observação in loco e pesquisas qualitativas com representantes de entidades locais dos setores público e privado. Os resultados apontam que o impacto da canonização sobre o turismo no município foi significativo.

Palavras-chave: Turismo religioso. Peregrinação. Desenvolvimento turístico. Guaratinguetá (SP).

This paper aims to analyze the impacts of Friar Galvão's canonization over the tourism activity at Guaratinguetá (SP), the Saint's hometown. Secondary research, direct observation and qualitative interviews with private and public local institutions were conducted. The study found that the canonization's impact on tourism was substantial.

Keywords: Religion tourism. Pilgrimage. Destination management. Guaratinguetá.

1 INTRODUÇÃO

Antônio de Sant'Anna Galvão nasceu em 1739, em Guaratinguetá (SP). Aos 21 anos ingressou no Noviciado da Província Franciscana da Imaculada Conceição, no Rio de Janeiro. Frei Galvão foi ordenado sacerdote em 1762, no Rio de Janeiro, e, em seguida, foi transferido para o Convento de São Francisco, em São Paulo. Em 1774, fundou o Mosteiro da Imaculada Conceição da Luz, onde veio a falecer no dia 23 de dezembro de 1822. O Mosteiro da Luz foi tombado pelo IPHAN em 1938 e ainda hoje abriga a ossada de Frei Galvão.

No dia 25 de outubro de 1998, Frei Galvão foi beatificado pelo Papa João Paulo II, em Roma, dele recebendo o título de *Homem da Paz e da Caridade*. Em 2000 o Frei recebeu também o título de *Patrono da Construção Civil no Brasil*. De seu processo

de beatificação constaram 27.800 graças documentadas. Em 11 de maio de 2007, Frei Galvão foi canonizado pelo Papa Bento XVI, em São Paulo, e se tornou o primeiro santo brasileiro (SÃO FREI GALVÃO, 2010).

O presente artigo busca analisar os efeitos dessa canonização sobre a atividade turística em Guaratinguetá. O levantamento realizado contou com pesquisa bibliográfica, observação *in loco* e pesquisas qualitativas com representantes de entidades locais dos setores público e privado.

2 TURISMO EM GUARATINGUETÁ

O município de Guaratinguetá está situado no vale do Rio Paraíba, às margens da Rodovia Presidente Dutra, em localização estratégica entre as duas maiores cidades do país. Sua geografia, composta pelas serras

Quebra-Cangalha e Mantiqueira, conta com uma paisagem exuberante entrecortada pelo Rio Paraíba. Com aproximadamente 110 mil habitantes, a cidade é considerada um polo comercial da microrregião, possuindo indústrias multinacionais e considerável infraestrutura nas áreas de saúde, educação, segurança, comércio, meios de alimentação e hospedagem. A cidade possui grande vocação festiva, oferecendo um calendário repleto de comemorações profanas e religiosas. Existem grupos folclóricos que preservam manifestações como catira, folia de reis, maculelê, capoeira, quadrilha e congada. Por oferecer clima de região serrana, além de possuir cachoeiras de águas cristalinas, a oferta turística de Guaratinguetá conta também com roteiros de ecoturismo.

Guaratinguetá tem atualmente no setor de turismo uma de suas principais atividades econômicas. O governador de São Paulo, José Serra, sancionou a Lei nº 13.574, de 03 de julho de 2009, que declara o município de Guaratinguetá como sendo uma Estância Religiosa, conforme o projeto de lei aprovado pela Assembleia Legislativa em 24 de junho de 2009.

Na oferta turística de Guaratinguetá destacam-se os atrativos históricos e religiosos. A Catedral de Santo Antônio, considerada marco inicial da cidade e tombada como patrimônio histórico municipal, destaca-se por ser o local da iniciação religiosa de Frei Galvão. Foi lá que o Frei foi batizado, fez sua primeira comunhão e rezou sua primeira missa. A Catedral é bem localizada, mas as estreitas ruas do centro da cidade dificultam o trânsito dos ônibus, o que chega a causar transtornos em dias de grande visitação. Em frente à Catedral existe um Posto de Informações Turísticas.

Próximo à Catedral está a Casa de Frei Galvão, local onde nasceu o santo. Na Sala das Relíquias, além de telas com fatos relevantes de sua vida, estão fragmentos de seus ossos e batina. O local também é ponto de distribuição gratuita das pílulas de Frei Galvão, minúsculos pedaços de papel de arroz contendo um versículo do ofício da Santíssima Virgem e que são considerados

milagrosos (SÃO FREI GALVÃO, 2010). A casa foi reconstruída por iniciativa particular em 1989, sendo tombada pelo município em razão de seu valor histórico e de sua arquitetura que conserva o estilo colonial da época. Este atrativo possui uma boa infraestrutura e se encontra em excelente estado de conservação. Recentemente foi inaugurado um café e as instalações da loja – que oferece artigos alusivos à Frei Galvão – foram ampliadas.

Próximo à Casa de Frei Galvão há um complexo onde se localiza a fonte de água abençoada, a sala dos milagres, o oratório de Frei Galvão Construtor e o Memorial Frei Galvão. Atualmente esses atrativos estão em bom estado de conservação e contam com atendimento agradável e hospitaleiro de seus funcionários, os quais estão sempre dispostos a transmitir informações pertinentes a Frei Galvão.

O Seminário Frei Galvão, instituição para formação franciscana, está localizado em uma chácara a um quilômetro da rodovia Presidente Dutra e abriga, além de uma capela construída em 1942, um amplo acervo de objetos pessoais do santo. No orfanato Casa Puríssimo Coração de Maria situa-se a Gruta de Nossa Senhora de Lourdes, destino de romarias em busca da água que ali brota. Outro atrativo importante é a Igreja Nossa Senhora das Graças do Convento Franciscano. Construída em 1936, a igreja foi tombada como monumento histórico municipal e possui grande acervo de bens culturais e religiosos.

A Fazenda Esperança, na área rural do município, é uma associação de fiéis reconhecida pela igreja católica que acolhe jovens do Brasil e de outros países em busca de recuperação dos mais variados tipos de vícios. A recuperação dos jovens é trabalhada por meio de programa baseado na convivência, trabalho e espiritualidade. Em 2007, a fazenda recebeu o Papa Bento XVI, o qual rezou lá uma missa.

Atualmente, a cidade possui mais de 70 hotéis, contando com 2.500 leitos. Por ter um amplo setor de comércio e pela qualidade dos serviços básicos oferecidos no município,

Guaratinguetá é procurada não só por turistas, mas também por moradores de cidades vizinhas, como Aparecida e Potim.

Há um diálogo da prefeitura de Guaratinguetá com o DER (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo) para a liberação de verbas para finalizar o sistema viário em torno da Igreja de Frei Galvão, com o objetivo de pavimentar o acesso a diversos bairros do entorno. A obra deverá beneficiar não só a comunidade local, como também facilitará o acesso dos turistas, cujo fluxo vem aumentando consideravelmente ultimamente. É interessante salientar que, já prevendo o aumento de fluxo de turistas após a canonização de Frei Galvão, o governo estadual e a prefeitura de Guaratinguetá já reformaram a malha viária das estradas de acesso ao município. O custo total destas obras foi de cerca de R\$ 1,4 milhão.

A menos de 30 km de Guaratinguetá existem dois outros grandes centros de peregrinação que se baseiam na fé cristã. A cidade de Aparecida é sede do Santuário Nacional de Nossa Senhora Aparecida, principal ponto de peregrinação religiosa do Brasil. Em Cachoeira Paulista está a Comunidade Canção Nova, berço de um dos maiores movimentos de evangelização do país (CANÇÃO NOVA, 2010). Reunindo as três cidades, o Sebrae criou um circuito turístico religioso e desenvolveu um Programa de Desenvolvimento do Turismo Receptivo (PDTR).

O município de Guaratinguetá conta com uma Secretaria Municipal de Turismo e Lazer, composta de secretário, assistente técnica, engenheiro, secretário de administração, assessoras com formação na área de turismo e cerca de 20 funcionários de eventos. Atualmente, o foco de atuação da secretaria é a melhoria da infraestrutura turística da cidade, e a promoção e divulgação das atividades e eventos ocorridos no município.

Além disso, a gestão pública do turismo na cidade conta também com um grupo gestor de turismo composto por representantes de entidades como Sebrae, Associação Comercial, COMTUR, poder público,

clero e iniciativa privada. O grupo gestor realiza reuniões periódicas para discutir ações pertinentes ao desenvolvimento do turismo local.

3 PERFIL E CRESCIMENTO DA DEMANDA TURÍSTICA

Segundo pesquisas realizadas pela Secretaria de Turismo do município, o número de turistas que passam pela cidade aumentou consideravelmente após a canonização do Frei ocorrida em 2007. Hoje Guaratinguetá recebe, em média, quinhentos e vinte mil visitantes por ano. O senhor Nelson Baracho, secretário de Turismo, afirmou que antes da canonização a cidade recebia cerca de trinta ônibus por semana e, atualmente, com frequência esse número chega a mais de mil por mês.

Antes da canonização, a Secretaria de Turismo contava com aproximadamente dez monitores, os quais são responsáveis por fornecer informações turísticas e auxiliar os guias das excursões durante sua permanência na cidade. Após a canonização, ocorreu um relevante acréscimo de visitantes, também aumentando para cem o número de monitores. No entanto, a ampliação deste número ainda não se mostrou suficiente para atender a demanda atual.

O Relatório de Pesquisa de Demanda Turística, escrito pelo NPPTUR (Núcleo de Pesquisa e Planejamento em Turismo do Município de Guaratinguetá), sob supervisão do Centro Universitário Salesiano de São Paulo - Unidade Educacional Lorena -, em 2008, contou com uma amostragem de 1620 questionários. De acordo com o relatório, dentre os turistas entrevistados, 70% pertencem à faixa de renda que ganha entre R\$ 401,00 e R\$ 2.000,00, 32% encerraram seus estudos ao completar o ensino fundamental e 41% não o completaram. As mulheres representam 52% dos turistas e 50% deles têm entre 21 e 40 anos. As agências de viagens são responsáveis por 48% do total de turistas que visitam o município. Dos entrevistados, 26% viajavam em romarias organizadas pelas igrejas.

Quanto à origem dos turistas que visitaram a cidade de Guaratinguetá, as pesquisas mostram que a maioria vem do próprio estado de São Paulo. A região sudeste representa 74,4% do total de turistas que visitam Guaratinguetá. A cidade de São Paulo sozinha representa 47,5% do total de turistas do município. Logo, pode-se afirmar que a demanda turística de Guaratinguetá é composta predominantemente pelos consumidores locais e regionais, os quais têm nível de renda relativamente baixo, e se utilizam principalmente do transporte rodoviário.

Para contato com um dos autores:

Glauber Eduardo de Oliveira Santos

glauber@cefetsp.br

4 CONCLUSÃO

Anteriormente a 2007, o turismo religioso em Guaratinguetá se desenvolvia por mero reflexo do fluxo oriundo das cidades vizinhas, Aparecida e Cachoeira Paulista. Após o processo de canonização de Frei Galvão, o turismo na cidade cresceu significativamente. O maior fluxo de visitantes trouxe benefícios, mas também custos à cidade. Foi preciso investir na ampliação da infraestrutura existente a fim de receber os novos turistas, os quais, por sua vez, passaram a movimentar a economia local. O turismo em Guaratinguetá ainda tende a crescer nos próximos anos com a maior difusão de informações sobre sua oferta de atrativos e sobre o próprio Frei Galvão.

REFERÊNCIAS

CANÇÃO NOVA. Site oficial. Disponível em: <<http://www.cancaonova.com>>. Acesso em: 21 mar. 2010.

SÃO FREI GALVÃO. Site oficial. Disponível em: <<http://www.saofreigalvao.com>>. Acesso em: 21 mar. 2010.

UM MODELO ALTERNATIVO DE OTIMIZAÇÃO PARA A POLÍTICA DE REPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Eder Oliveira Abensur

Professor da Universidade Federal do ABC (UFABC)
Doutor, Mestre e Engenheiro de Produção pela POLI/USP

Os bens de capital são importantes itens na composição do ativo industrial. A reposição desses itens representa uma clássica decisão de análise de investimentos com relevantes impactos nos resultados das companhias. O propósito desse estudo é apresentar um modelo matemático alternativo que auxilie no planejamento de longo prazo das empresas por meio da integração das técnicas de Engenharia Econômica, Programação Dinâmica (PD) e Problema de Roteamento de Veículos (PRV) na busca da política ótima de reposição. O modelo proposto foi testado com um caso de substituição de dois bens de capital não idênticos. Os resultados foram comparados com outros métodos usuais de análise como a Programação Dinâmica, mostrando-se prático, eficiente e flexível.

Palavras-chave: Engenharia econômica. Problema de roteamento de veículos. Programação dinâmica.

The Equipment Replacement Policy (ERP) represents a classical investment analysis decision with significant impacts on the performance of companies. This study proposes a hybrid mathematical model in order to support long term planning through the use of Engineering Economy, Vehicle Routing Problem (VRP) and Dynamic Programming (DP) as alternative procedures for evaluating the best replacement policy. The proposed model was tested using two non-identical fixed assets. The results were compared to other usual techniques such as Shortest Path (SP), Dynamic Programming and Equivalent Annual Cost and suggest that it is a useful alternative methodology.

Keywords: Engineering Economy. Vehicle Routing Problem. Dynamic Programming.

1 INTRODUÇÃO

A substituição dos bens de capital, ou seja, máquinas e equipamentos comprados pelas fábricas ocorre, em geral, devido às seguintes razões:

- a) Altos custos operacionais e de manutenção devido à deterioração física com a idade e uso;
- b) Obsolescência tecnológica que impede a oferta de produtos mais competitivos e de melhor qualidade;
- c) Locação competitiva de equipamentos similares com vantagens fiscais;
- d) Incapacidade de atendimento da demanda atual.

Tanto a substituição tardia como a prematura de máquinas e equipamentos leva a organização a incorrer em perdas financeiras, respectivamente, na recuperação do capital ou nos elevados custos operacionais (VALVERDE & RESENDE, 1997). Portanto, tanto sob a ótica do investimento como da produtividade, a reposição desses itens representa uma típica e importante decisão financeira com a qual as empresas deverão conviver durante muitos anos. Em muitos casos, a decisão deve ser tomada antes do término da vida útil do equipamento em uso.

O problema da reposição é essencialmente comparar a retenção do equipamento atual por um ou mais períodos contra a troca

pela melhor ou melhores alternativas de mercado. Genericamente, o tema da reposição de equipamentos pode ser dividido em:

a) Baixa com reposição idêntica, quando o equipamento e/ou equipamentos a serem adquiridos apresentam custo inicial, despesas operacionais, vida útil e valor de revenda idênticos ao equipamento em uso;

b) Baixa com reposição diferente, quando o equipamento e/ou equipamentos a serem adquiridos apresentam características diferentes em relação ao equipamento em uso (ex: custo de aquisição, custos operacionais e vida útil). (FLEISCHER, 1987)

Outras variáveis afetam o resultado da análise, tais como: o tamanho do horizonte de planejamento (HP), o número possível de trocas durante o HP e a natureza do fluxo de caixa. A tabela 1 a seguir resume as combinações possíveis de acordo com as variáveis envolvidas e as técnicas de resolução recomendáveis como Programação Linear Inteira (PLI), Programação Dinâmica (PD) e Simulação.

Em tese, de acordo com as avaliações econômicas feitas, poderiam ocorrer várias

substituições ao longo do horizonte de planejamento. No entanto, a natureza do bem de capital analisado (tamanho, complexidade), o orçamento disponível e a política de substituição adotada determinam ou limitam as possibilidades de reposição. Bens como laminadores siderúrgicos, centros de usinagem, turbinas hidroelétricas e outros tornam quase impraticáveis substituições em curtos períodos de tempo. Ao contrário, outros bens permitem avaliações de reposições em períodos anuais ou inferiores (ex: automóveis).

Ambas as categorias acima necessitam de dados e estimativas sobre o horizonte de planejamento, custos operacionais, depreciação, taxa mínima de atratividade ou custo de capital, vida útil dos equipamentos analisados, valores de revenda etc. A substituição de equipamentos apresenta-se, portanto, como uma complexa atividade de tomada de decisão. Sob a ótica dos métodos de otimização, genericamente, o tema de reposição de bens possui publicações com aplicação de Programação Dinâmica (DOGRAMACI & FRAIMAN, 2004; LADANY, 1997; MARQUES et al., 2005; NAIR & HOPP, 1992; VALVERDE & RESENDE, 1997), Programação Linear Inteira (TAHA, 2008) ou ambas (AKBALIK et al., 2008; TAHA, 2008).

Tabela 1: Técnicas de resolução aplicáveis para a política ótima de reposição de um bem de capital em uso pela melhor alternativa de mercado num horizonte de planejamento (HP).

Similaridade com o bem usado	Tamanho do HP	Trocas Possíveis	Natureza do Fluxo de Caixa	Técnicas Aplicáveis
Idêntico	Curto	1	Determinístico	PLI, PD
			Estocático	PLI, PD, Simulação
	Longo	1	Determinístico	PLI, PD
			Estocático	PLI, PD, Simulação
		Muitas (\leq HP)	Determinístico	PLI, PD
			Estocático	PLI, PD, Simulação
Não Idêntico	Curto	1	Determinístico	PLI, PD
			Estocático	PLI, PD, Simulação
	Longo	1	Determinístico	PLI, PD
			Estocático	PLI, PD, Simulação
		Muitas (\leq HP)	Determinístico	PLI, PD
			Estocático	PLI, PD, Simulação

Fonte: Elaborado pelo autor.

2 ENGENHARIA ECONÔMICA APLICADA À POLÍTICA DE REPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A análise econômica da substituição de bens de capital é um projeto que envolve muitos aspectos tais como: (i) idade do bem de capital em uso; (ii) sua vida útil remanescente; (iii) custos contábeis (ex: custos de manutenção, pessoal, materiais, depreciação); (iv) custos econômicos (ex: custo de oportunidade); (v) horizonte de planejamento para avaliação das alternativas; (vi) impostos (ex: imposto de renda); (vii) valor de aquisição do bem a ser adquirido; (viii) valor de revenda do bem em uso (se houver); e (ix) taxa de desconto a ser utilizada para atualização do fluxo de caixa do projeto.

No instante de início da análise (instante de hoje), em geral, são conhecidos o valor de aquisição do bem em uso, sua idade e sua vida útil remanescente, sendo essa última obtida por meio de avaliações técnicas especializadas ou por uso de tabelas legais impostas pelo fisco. Denomina-se de horizonte de planejamento ou vida de serviço o limite do prazo constituído pela vida útil remanescente do bem em uso. O horizonte de planejamento, portanto, funciona como uma janela através da qual podem ser avistadas as parcelas do fluxo de caixa que ocorrem neste prazo considerado (HIRSCHFELD, 2009).

O tratamento dos custos avaliados durante o horizonte de planejamento expressa o conflito entre os custos contábeis e os custos econômicos. Os custos contábeis registram as despesas correntes (pessoal, materiais, manutenção) mais as despesas ocasionadas pela depreciação (perda de valor do bem devido ao desgaste pelo uso ou obsolescência), sendo essa última calculada conforme a regulamentação fiscal vigente. Os custos econômicos consideram os custos de oportunidade, ou seja, as oportunidades deixadas de lado, caso a empresa não empregue seus recursos de maneira mais rentável (PINDICK & RUBINFELD, 2005). Os custos econômicos, portanto, não apresentam, necessariamente, um registro

contábil. No caso da substituição de bens de capital, um custo econômico seria a oportunidade perdida pela não venda do bem em uso. Tanto os custos contábeis como os econômicos são avaliados, exclusivamente, a partir do momento da substituição não incluindo valores passados. Devido às características de baixa liquidez de muitos bens de capital que restringem as possibilidades de venda no curto prazo, optou-se pelo critério contábil para formação do fluxo de caixa que inclui custos de manutenção (pessoal, materiais, assistência técnica), depreciação, bem como os seus efeitos fiscais.

Tanto o bem em uso como o bem avaliado para compra possui, no momento de análise e ao longo do horizonte de planejamento, um valor de revenda que pode ser estimado a partir de dados disponíveis de mercados secundários de negociação do bem, por algum tipo de estudo específico ou por métodos contábeis de depreciação. O valor residual do bem avaliado para compra deve incorporar as parcelas do fluxo de caixa que ultrapassem o horizonte de planejamento caso sua vida útil seja superior à vida de serviço. Na data de análise, o valor de revenda do bem em uso é considerado como uma contribuição de redução do valor de aquisição do bem avaliado para compra.

A alíquota vigente do imposto de renda incide sobre o resultado da revenda do bem em uso (lucro sobre a venda) e do bem que se pretende adquirir, nos custos operacionais (redução do lucro e na base de cálculo do imposto de renda) e analogamente na depreciação do bem avaliado para compra (HIRSCHFELD, 2009; ROSS et al., 2008). A depreciação é outra importante parcela na elaboração do fluxo de caixa de bens de capital, em geral, itens mais suscetíveis ao desgaste físico do que a obsolescência tecnológica. Ela é uma despesa econômica e não representa um desembolso efetivo do caixa, mas possui benefícios fiscais tangíveis devido à redução da base de cálculo do imposto de renda. Além disso, conforme o regime de trabalho dos bens (ex: 3 turnos diários), há a possibilidade de uso de alíquotas maiores de depreciação com aumento do benefício fiscal.

A taxa de juros usada para atualização das parcelas do fluxo de caixa do projeto de substituição representa um importante tópico no processo de análise. A ideia em torno da seleção dessa taxa é baseada nos conceitos de custo de capital, ou seja, um projeto cria valor para uma empresa se este criar lucro que exceda todo o custo de capital usado para financiar suas operações. As empresas usam uma variedade de fundos, próprios ou de terceiros, captados a diferentes custos para empreender seus projetos. Portanto, a taxa mínima de retorno requerida ou a taxa mínima de atratividade (TMA) para análise das decisões deveria ser uma média ponderada desses custos denominada de custo médio ponderado de capital (BRIGHAM & EHRHARDT, 2007).

A figura 1 a seguir mostra uma representação gráfica do fluxo de caixa com os conceitos discutidos para um bem com quatro anos de uso, adquirido a um custo inicial Ca_0 , custos operacionais ao início de cada período (contábeis + econômicos) C_i , vida útil inicial estimada de 10 anos e valor residual VR_0 no momento da análise. O bem avaliado para compra possui um custo inicial I_0 com vida útil estimada de 10 anos, custos operacionais ao início de cada período (contábeis + econômicos) C_i e valor residual VR_6 avaliado para o limite

do prazo do horizonte de planejamento incorporando as parcelas posteriores à vida de serviço. Todas as parcelas do fluxo de caixa são atualizadas pela taxa mínima de atratividade (TMA).

3 O PROBLEMA DO CAMINHO MAIS CURTO

O problema do caminho mais curto é relevante por várias razões: (i) ele surge, com frequência, em uma grande variedade de aplicações em que se deseja enviar algum material entre dois pontos especificados em uma rede tão rapidamente, tão barato ou tão confiável quanto possível; (ii) são fáceis de resolver e de forma eficiente; (iii) oferecem um ponto de partida para o estudo de modelos de redes mais complexas e (iv) surgem, com frequência, como subproblemas, quando problemas de otimização combinatória e rede são analisados. Como exemplos de modelos de caminho mais curto tem-se: habitação urbana, gestão de projetos, planejamento de estoque, sequenciamento de DNA, planejamento de produtos, programação de telefonista e planejamento de frotas de veículos (AHUJA et al., 1993).

Considerando uma rede orientada $G = (N = \text{nós}, A = \text{arcos})$, com um comprimento

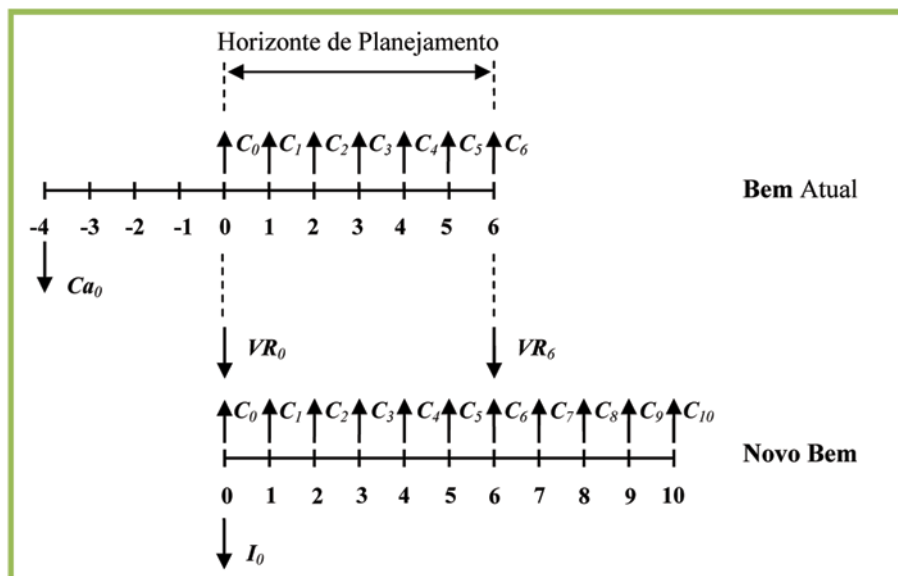


Figura 1: Representação gráfica genérica da substituição de um bem de capital. Fonte: Elaborado pelo autor.

de arco c_{ij} associados a cada arco $(i,j) \in A$. O nó s é chamado de fonte. O comprimento de um caminho direcionado é a soma das distâncias (ou custos) de arcos no caminho. O problema é determinar o menor comprimento do nó s ao nó $i \in N$. Uma formulação geral de programação linear é apresentada abaixo (AHUJA et al., 1993):

$$\min Z = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$$

sujeito a:

$$\sum_{\{j:(i,j) \in A\}} x_{ij} - \sum_{\{j:(j,i) \in A\}} x_{ji} = \begin{cases} n-1 & \text{for } i = s \\ -1 & \text{for all } i \in N - \{s\} \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall (i,j) \in A$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ and integer}$$

4 OS PROBLEMAS DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS E DE REPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Um sistema de roteamento é definido como um conjunto de meios organizados de forma a atender às demandas localizadas nos arcos ou nós de uma rede de transporte (GOLDBARG & LUNA, 2005). Os PRV geralmente tratam de passeios em relação à procura ou oferta de pontos. Esses pontos podem representar cidades, depósitos, postos de trabalho etc.

O PRV pode ser representado como o seguinte problema da teoria dos grafos. Seja $G = (V, A)$ um grafo completo, onde $V = (0, 1, \dots, N)$ é o conjunto de vértices e A é o conjunto de arcos. Os vértices $j = 1, \dots, N$ correspondem aos clientes, cada um com uma demanda conhecida não negativa, d_j , enquanto o vértice 0 corresponde ao depósito. Um custo não negativo, c_{ij} , está associado a cada arco (i,j) e representa o custo de viajar do vértice i ao vértice j . Se o custo de satisfazer os valores $c_{ij} = c_{ji}$ para todo $i, j \in V$, então o problema é dito ser um PRV simétrico, caso contrário,

ele é chamado de uma PRV assimétrico (EKSIOGLU et al., 2009).

Fisher e Jaikumar (1981) desenvolveram, abaixo, um dos mais populares modelos de PRV.

$$\min Z = \sum_{i,j} c_{ij} \sum_{k=1}^m x_{ijk}$$

sujeito a:

$$\sum_k y_{ik} = 1 \quad i = 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\sum_k y_{ik} = m \quad i = 1 \quad (2)$$

$$\sum_i q_i y_{ik} \leq Q_k \quad k = 1, \dots, m \quad (3)$$

$$\sum_j x_{ijk} = \sum_{i=1}^m x_{jik} = y_{ik} \quad i = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ijk} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subseteq \{2, \dots, n\}, k = 1, \dots, m \quad (5)$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\} \quad i = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, m$$

$$x_{ik} \in \{0, 1\} \quad i, j = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, m$$

Onde:

x_{ijk} = variável que assume 1 quando o veículo k visita o cliente j depois de ter visitado o cliente i ou, caso contrário, 0

y_{ik} = variável que assume 1 se o cliente i é visitado pelo veículo k ou, caso contrário, 0

q_i = demanda do cliente i

Q_k = capacidade do veículo k

c_{ij} = custo do arco ij

S = circuitos legais formados conforme o número de nós

O PRE pode ser considerado como um tipo de PRV devido às seguintes razões:

- a) O PRE pode ser desenvolvido em uma rede com representação em nós com os extremos representando o início e o fim do processo;
- b) Os nós intermediários representam os estados de conservação e de substituição para um estágio atual dos estados de estágios anteriores;
- c) Os veículos do modelo PRV podem ser vistos como o tipo de equipamento escolhido do PRE que executa um percurso de nós sequenciais contendo os arcos ij ;
- d) ERP e PRV são ciclos de Hamilton. Os equipamentos (veículos) realizam seus passeios sobre os arcos (comprimento, estados, decisões), visitando cada nó (cidades, depósitos, estágios) na rede exatamente uma vez;
- e) Em cada fase, os nós representam a demanda a ser atendida pela capacidade de cada equipamento (veículo);
- f) A rede de PRE não apresenta comprimento negativo (arco);
- g) Em cada estágio, a decisão de manutenção ou substituição do equipamento é irreversível. Por isso, a rede de PRE é orientada, ou seja, como x_{ij} é uma variável binária, então $x_{ij} + x_{ji} = 1$;
- h) Os arcos representam os valores de transição (custos) entre os diferentes estágios e os nós representam as restrições do estágio (demanda, capacidade);
- i) O objetivo é encontrar o caminho que maximiza lucro ou minimiza custos;
- j) Em conformidade com o modelo PRV, a solução PRE ideal é uma rota contínua.

5 PROGRAMAÇÃO DINÂMICA

A programação dinâmica (PD) é uma técnica muito empregada em problemas multivariáveis passíveis de decomposição em uma sequência de estágios, sendo que cada estágio compreende um subproblema com uma única variável. As opções para se completarem os estágios são chamadas de decisões. Uma política é uma sequência de decisões, sendo uma decisão para cada estágio de processo. A condição do processo

num dado estágio é chamada de estado neste estágio. Cada decisão efetua uma transição do estado corrente para o estado associado ao estágio seguinte. Um modelo de PD é basicamente uma equação recursiva que liga os diferentes estágios do problema, de maneira que garante que a solução ótima viável de cada estágio também é a solução ótima viável para o problema inteiro (HILLIER & LIEBERMAN, 2006; TAHA, 2008). A terminologia de PD usada para o problema analisado é apresentada a seguir.

Horizonte de planejamento: vida útil remanescente do bem em uso que corresponde ao número de estágios.

Estágios: são os períodos anuais em que é tomada a decisão de substituição.

Estado: corresponde à situação do sistema (retenção ou substituição) em determinado estágio.

Transição: é definida pela fórmula de recorrência que determina a mudança de valores das variáveis de um estado em um certo estágio para um estado num estágio seguinte. No caso, os valores de transição representariam as parcelas do fluxo de caixa que poderiam ser os custos ou a receita líquida de retenção ou substituição. Sob a ótica de custos, as parcelas negativas do fluxo de caixa descontado que implicam saídas são: (i) custos operacionais (c); (ii) custo pela perda de valor de mercado do bem em uso de um estágio para o outro (p); (iii) custo de oportunidade pela não venda do bem em uso e (iv) custo de aquisição do novo bem (I). As parcelas positivas são representadas pelos valores de revenda dos bens analisados (VR).

Decisão: decide-se em cada estágio pela retenção ou substituição do bem em uso por mais um período. O bem é mantido quando seu custo de retenção for inferior ao seu custo de substituição e vice-versa.

Política: conjunto das decisões ao longo da do horizonte de planejamento.

N = tamanho do horizonte de planejamento ou número total de estágios

t = idade do bem no início do período

I_0 = valor de aquisição de um novo bem considerado como a melhor alternativa de mercado

C_j = custo operacional anual de um bem no início do período

D_j = quota de depreciação de um bem no início do período

VC_j = valor contábil do bem no início do período

VR_j = valor de revenda do bem

r = custo de capital ou taxa mínima de atratividade (% aa)

IR = alíquota do imposto de renda (%)

Dado que o bem em uso tem t anos no início do estágio (ano) j e que as parcelas do fluxo de caixa são expressas em valores anuais, a fórmula de recorrência é:

$f_j(t)$ = valor presente mínimo do custo total para os anos $j, j+1, \dots, N$

$$f_j(t) = \min \left\{ \begin{array}{l} [-C(t)(1-IR) + Dj (IR)] (1+r)^{-j} + f_{j-1}(t-1)(1+r)^{-(j-1)} \\ [-C(0)+VR_j-VC_j-I_0(1-IR) + Dj (IR)] (1+r)^{-j} + [f_{j-1}(t-1)](1+r)^{-(j-1)} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{Reter} \\ \text{Substituir} \end{array} \right\} \quad (6)$$

$$f_0(t_0) = 0$$

6 FORMULAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

As características do problema de reposição simplificam o processo de otimização, pois há uma redução do número total de arcos envolvidos. Entre as muitas opções disponíveis para a solução de problemas de roteamento, adaptou-se o modelo desenvolvido por Fisher &

Jaikumar (1981). As razões que levaram a essa escolha são:

- É um modelo genérico clássico usado para a formulação de muitos outros modelos (LAPORTE et al., 2000);
- É um modelo de Programação Linear Inteira que possui métodos de solução matemática exata como, por exemplo, o algoritmo de *Branch and Bound* que está incorporado em diversos *softwares*;
- Permite a inclusão de restrições lógicas mais sofisticadas como o máximo número de restrições ao longo do horizonte de planejamento ou restrições de demanda, porque incorpora variáveis binárias de decisão;
- O modelo genérico desenvolvido foi testado para situações de conflito com múltiplos veículos participando da mesma rede de transportes. Essa característica poderá ser útil para futuras expansões do modelo proposto.

Como explicado, o modelo proposto fundamenta-se nos princípios do PRV. A rota pretende minimizar o valor presente do custo total (função objetivo) durante o horizonte de planejamento. A restrição de continuidade da rota garante, a cada estágio, que o equipamento (veículo) escolhido visite o nó apenas uma vez. A soma dos nós de substituição selecionados y_w é

igual ou menor do que o máximo número de substituições. A cada estágio, a capacidade do equipamento escolhido é igual ou maior que a demanda. Conforme as características da política de substituição de equipamentos, as restrições (1), (2) e (5) do PRV são desnecessárias.

A representação matemática para os arcos válidos do modelo adaptado de acordo com as convenções estabelecidas na seção 5 é a seguinte:

$$\max Z = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1/i \in A}^n \sum_{\substack{k=1/k \neq i \\ k \in A}}^n -c_{jik} x_{jik} \quad (\text{mínimo custo})$$

c_{jik} = custo transição de aresta que sai de i e vai para k , podendo assumir os valores:

$$\left\{ \begin{array}{l} [-C(t)(1-IR) + Dj (IR)] (1+r)^{-j} \quad \text{Reter} \\ [-C(0)+VRj-VCj-I_0](1-IR) + Dj (IR)] (1+r)^{-j} \quad \text{Substituir} \end{array} \right\}$$

sujeito a:

$$\sum_{i=1}^W x_{ik} - \sum_{i=1}^W x_{ki} = y_i \quad i = 1, \dots, W \quad (\text{restrição da continuidade})$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^J \sum_{i=1/i \in As}^n \sum_{\substack{k=1/k \neq i \\ k \in A}}^n x_{sjik} Q_j \geq d_s \quad (\text{restrição da demanda})$$

$$\sum_{w=1/w \in \{M\}}^W y_w \leq R \quad (\text{máximo número de trocas})$$

$$x_{jik} \in \{0,1\}$$

$$y_i \in \{0,1\}$$

Onde:

x_{jik} = arco de i para k usado pelo equipamento j

y_i = o nó i faz parte da solução

J = número de equipamentos analisados

W = número de nós

A = arcos do estágio

M = conjunto de nós de substituição

S = número de estágios

n = número de arcos

Q_j = capacidade do equipamento j

d_s = demanda do estágio s

R = máximo número de substituições previstas durante o horizonte de planejamento

t = idade do equipamento no início do estágio

I_0 = custo inicial da melhor alternativa

C_j = custo anual operacional no início do estágio

D = quota de depreciação

VC = valor contábil do equipamento no início do estágio

VR = valor de mercado do equipamento

r = custo de capital ou TMA (% aa)

IR = impostos (%)

7 RESULTADOS

Para avaliação do modelo proposto, adaptou-se o problema apresentado por Hirschfeld (2009). Uma betoneira K comprada há quatro anos apresentava as seguintes características: (i) custo inicial de R\$ 1.000.000,00; (ii) vida útil de 10 anos; (iii) despesas anuais de manutenção de R\$ 100.000,00; (iv) valor de revenda ao fim de 10 anos de R\$ 150.000,00. A empresa tenciona substituí-lo por outro bem L que apresenta a seguinte configuração: (i) custo inicial de R\$ 1.500.000,00; (ii) vida útil de 10 anos; (iii) despesas anuais de manutenção de R\$ 80.000,00; (iv) valor de revenda ao fim de 10 anos de R\$ 250.000,00. O vendedor do bem L oferece R\$ 400.000,00 por K . A empresa considera uma taxa mínima de atratividade de 20% aa e uma alíquota de imposto de renda de 35%. A demanda em cada estágio é de 3.000 t e a capacidade dos equipamentos L e K são, respectivamente, 3.500 t e 3.000 t.

Até uma substituição é prevista ao longo do horizonte de planejamento. A tabela 2 a seguir resume os dados necessários para aplicação das técnicas de otimização a partir do momento da análise até o fim do horizonte de planejamento.

A tabela 3 e a figura 2 a seguir foram feitas a partir dos dados apresentados na seção 2. Elas resumem as aplicações das técnicas de Caminho mais Curto, Programação Dinâmica e Custo Anual

Equivalente (CAE). De acordo com os resultados a melhor política seria a retenção do bem em uso até o fim do horizonte de planejamento. Esse foi o mesmo resultado encontrado por meio da aplicação da técnica de Custo Anual Equivalente (HIRSCHFELD, 2009). Os princípios do CAE foram apresentados na seção 2.1, além disso, o CAE converte todos os fluxos de caixas envolvidos em séries uniformes equivalentes (HIRSCHFELD, 2009).

Tabela 2: Custos operacionais, valor de mercado e depreciação dos bens analisados.

Idade	Bem em Uso				Bem Novo			
	Custo Operacional $C(t)$	Valor Contábil VC	Valor de Mercado VR^1	Quota de Depreciação ² D	Custo Operacional $C(t)$	Valor Contábil VC	Valor de Mercado VR^1	Quota de Depreciação ² D
1	-	-	-	-	80.000	1.350.000	1.375.000	150.000
2	-	-	-	-	80.000	1.200.000	1.250.000	150.000
3	-	-	-	-	80.000	1.050.000	1.125.000	150.000
4	100.000	600.000	400.000	100.000	80.000	900.000	1.000.000	150.000
5	100.000	500.000	360.000	100.000	80.000	750.000	875.000	150.000
6	100.000	400.000	320.000	100.000	80.000	600.000	830.666 ³	150.000
7	100.000	300.000	280.000	100.000	-	-	-	-
8	100.000	200.000	240.000	100.000	-	-	-	-
9	100.000	100.000	200.000	100.000	-	-	-	-
10	100.000	0	150.000	100.000	-	-	-	-

¹ dados estimados a partir dos valores disponíveis

² depreciação linear

³ incorpora as parcelas após o horizonte de planejamento

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3: Resultados e comparação entre os métodos analisados.

	Modelo PRV Proposto	Modelo do Caminho + Curto	Programação Dinâmica	Custo Anual Equivalente ¹
Política Ótima	(R, R, R, R, R, R)	(R, R, R, R, R, R)	(R, R, R, R, R, R)	(R, R, R, R, R, R)
Função Objetivo ²	R\$ 67,112	R\$ 67,112	R\$ 67,112	R\$ 67,112
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Flexível • Técnica de otimização 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexível • Técnica de otimização 	<ul style="list-style-type: none"> • Método tradicional • Técnica de otimização 	<ul style="list-style-type: none"> • Método tradicional • Prático
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da rede 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da rede • Desconsidera restrições de capacidade • Desconsidera máximo número de substituições 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da rede • Desconsidera restrições de capacidade • Desconsidera máximo número de substituições 	<ul style="list-style-type: none"> • Desconsidera possibilidades intermediárias de substituição • Desconsidera restrições de número de substituições e capacidade

¹ Hirschfeld (2009)

² Valor presente

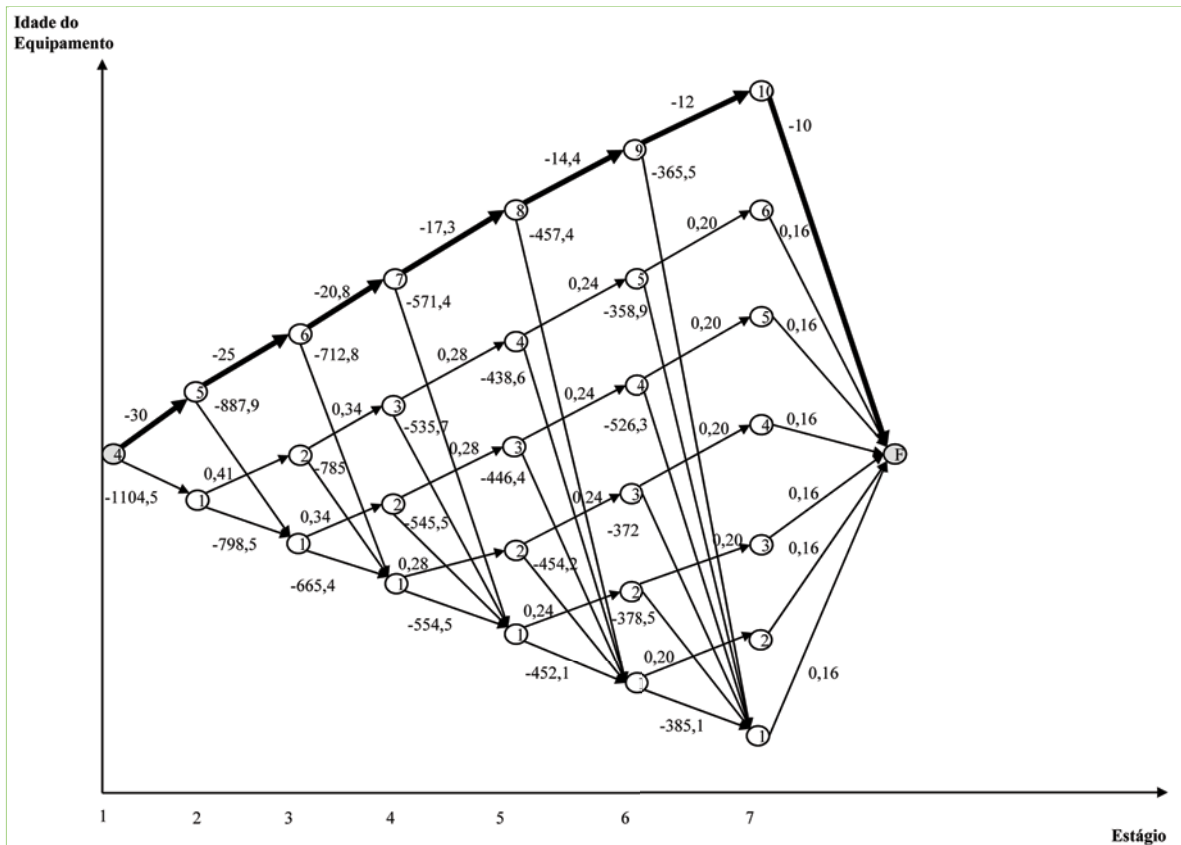


Figura 2: Modelo Híbrido e Política Ótima de Reposição.

8 CONCLUSÕES

Há décadas que o PRE vem sendo estudado (BELLMAN, 1955). Modelos matemáticos e soluções para problemas similares são conhecidas há tempos (programação dinâmica). O método do PRV generalizado oferece uma útil estrutura para uma larga variedade de aplicações (BALDACCI et al., 2009). De acordo com os motivos apresentados, este trabalho mostra um modelo híbrido de PRV como uma alternativa ao problema da política ótima de reposição de equipamentos.

Este estudo fez uma revisão do tema de reposição de bens de capital sob a ótica dos métodos de otimização e suas intersecções com a Engenharia Econômica (depreciação, custo de capital, impostos). Um modelo alternativo baseado em PRV foi desenvolvido e comparado com outras técnicas sendo identificadas vantagens gerais e específicas relacionadas a seguir:

- Nenhum estudo anterior havia proposto o uso do PRV como uma alternativa para solução do PRE. É uma nova perspectiva para um clássico

problema que apresenta uma abordagem coerente que facilita a compreensão do PRE;

- O modelo genérico é prático, podendo ser programado em *softwares* acessíveis e de domínio público. Neste trabalho, o modelo foi desenvolvido em planilha eletrônica Excel;
- O modelo proposto é flexível podendo atender, simultaneamente, a restrições de orçamento, número máximo de trocas, imposições da política vigente de substituição de bens da empresa e de atendimento da demanda. Ele permite trabalhar sob a ótica de minimização de custos ou maximização da receita.

O tamanho da rede de transporte do problema em função do horizonte de planejamento representa uma limitação operacional. Entretanto, o atual estágio dos recursos de tecnologia de informação permite o tratamento de muitos problemas práticos. Considerando-se a evolução natural desses recursos, projeta-se uma ampliação das possibilidades de aplicação do modelo. Espera-se que a reflexão feita neste estudo

estímulo novos trabalhos e refinamentos sobre o tema e o modelo como, por exemplo, expansão para dois ou mais bens alternativos avaliados simultaneamente para substituição do bem em uso.

REFERÊNCIAS

- AHUJA, R.K.; MAGNANTI, T. L.; ORLIN, J.B. *Network flows: theory, algorithms and applications*. New Jersey: Prentice Hall, 1993.
- AKBALIK, A et al.. Exact methods and a heuristic for the optimization of an integrated replenishment: storage planning problem. *International Transactions in Operational Research*, vol. 15, p. 195-214, 2008.
- BALDACCI, R.; BARTOLINI, E.; LAPORTE, G. Some applications of the generalized vehicle routing problem. *Journal of the Operational Research Society*, vol.51, p. 1-6, 2009.
- BELLMAN, R. Equipment replacement policy. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, vol. 3, p. 133-136, 1955.
- BRIGHAM, E.F.; EHRHARDT, M.C. *Administração financeira: teoria e prática*. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- DOGRAMACI, A.; FRAIMAN, N.M. Replacement decisions with maintenance under uncertainty: an imbedded optimal control model. *Operations Research*, vol. 52, p. 785-794, 2004.
- EKSIOGLU, B.; VURAL, A.V.; REISMAN, A. The vehicle routing problem: a taxonomic review. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 57, p. 1472-1483, 2009.
- FISHER, M.; JAIKUMAR, R. Generalized assignment heuristic for vehicle routing. *Networks*, vol. 11, p. 109-124, 1981.
- FLEISCHER, G. A. *Teoria da aplicação do capital: um estudo das decisões de investimento*. São Paulo: Edgard Blucher, 1987.
- GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. *Otimização combinatória e programação linear*. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. *Introdução à pesquisa operacional*. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- HIRSCHFELD, H. *Engenharia econômica e análise de custos*. São Paulo: Atlas, 2009.
- LADANY, S.P. Optimal banknote replenishing policy by an issuing bank. *International Transactions in Operational Research*, vol. 4, p. 1-12, 1997.
- LAPORTE, G. et al. Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem. *International Transactions in Operational Research*, vol. 7, p. 285-300, 2000.
- MARQUES, G.M. et al. Aplicação da programação dinâmica na substituição de equipamentos. *Revista Árvore*, vol. 29, p. 749-756, 2005.
- NAIR, S.K.; HOPP, W.J. A model for equipment replacement due to technological obsolescence. *European Journal of Operational Research*, vol. 63, p. 201-221, 1992.
- PINDICK, R.S.; RUBINFELD, D.L. *Microeconomia*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. *Administração financeira*. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- TAHA, H.A. *Pesquisa operacional*. São Paulo: Prentice Hall, 2008.
- VALVERDE, S.R.; RESENDE, J.L.P. Princípio de substituição de máquinas e equipamentos. *Revista Árvore*, vol. 21, p. 353-364, 1997.

Para contatos com o autor:

eder.abensur@ufabc.edu.br

CORAÇÃO ARTIFICIAL E DISPOSITIVOS DE ASSISTÊNCIA CIRCULATORIA NO BRASIL E NO MUNDO

Beatriz Uebelhart

Aluna de Iniciação Científica – Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia de São Paulo
Tecnóloga em Saúde – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

Pedro Ivo T. C. Antunes

Mestrando pela Escola Politécnica – Universidade de São Paulo
Tecnólogo em Saúde – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

Aron José Pazin de Andrade

Pós-Doutor em Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Minas Gerais
Engenheiro Mecânico, Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas
Coordenador do Centro de Engenharia em Assistência Circulatoria – Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia de São Paulo

Eduardo Guy Perpétuo Bock

Engenheiro Mecânico, Mestre e Doutorando em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas
Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo
Orientador de Iniciação Científica do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia de São Paulo

No Brasil, cerca de 300 mil pessoas morrem anualmente de doenças cardiovasculares. Segundo uma pesquisa da Organização Mundial da Saúde (OMS), o Brasil é o 9º colocado dentre os países que possuem essas doenças como a principal causa de morte. Um transplante cardíaco é, muitas vezes, a única forma de tratamento para certas doenças cardíacas, restabelecendo as condições normais do paciente. Um Coração Artificial, ou Dispositivo de Assistência Circulatoria, pode ser utilizado para manter a vida do paciente enquanto ele aguarda na fila de espera por um transplante. Este artigo apresenta as pesquisas com o Coração Artificial e Dispositivos de Assistência Circulatoria no Brasil e no mundo. Os principais projetos estudados e disponíveis para o tratamento de pacientes cardíacos são abordados de forma comparativa e cronológica. Como resultado, foi realizada uma indexação destes projetos de acordo com as classificações encontradas na literatura nacional e internacional mostrando as aplicações e características de funcionamento de cada equipamento dentro do desenvolvimento histórico até a atualidade.

Palavras-chave: Coração artificial. Dispositivos de assistência ventricular. Assistência circulatoria.

In Brazil about 300 000 people die annually from cardiovascular diseases. According to a research of the World Health Organization (WHO), Brazil is in the 9th place among the countries that have these diseases as the main cause of death. A heart transplant is often the only form of treatment for certain heart diseases by restoring the normal conditions of the patient. An Artificial Heart or Circulatory Assist Device may be used to maintain the patient's life while on the waiting list for a transplant. This article presents the research with the Artificial Heart and Circulatory Assist Devices in Brazil and worldwide. The main projects studied and available for the treatment of cardiac patients are approached in a comparative and chronological form. As a result, an index of these projects was developed in accordance with the classifications found in the national and international literature showing the applications and operational characteristics of each device within the historical development until the present days.

Keywords: Artificial Heart. Ventricular Assist Devices. Circulatory Support.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que, em todo o mundo, cerca de 20% a 40% dos pacientes selecionados para o transplante cardíaco chegam a falecer enquanto ainda estão na fila de espera. O Brasil possui um dos maiores programas públicos de transplantes de órgãos do mundo. Em 2009, foram realizados cerca de 305 transplantes de coração e cerca de 64.000 pessoas aguardam na fila de espera por um transplante (BARACAT, 2003). O Sistema Nacional de Transplantes (SNT), órgão responsável pela administração dos transplantes de órgãos financiados pelo SUS, existe em 25 estados brasileiros e é representado por 548 estabelecimentos de saúde e 1376 equipes médicas autorizadas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 1999).

O transplante de órgãos só pode ser realizado após uma equipe médica constatar morte encefálica, natural ou acidental do doador, e também se todos os órgãos estiverem em funcionamento. O SUS e o SNT devem autorizar o procedimento e é de escolha da família do paciente autorizar ou não a doação dos órgãos.

Tabela 1: Lista de espera de pacientes ativos e semiativos para o transplante cardíaco no primeiro semestre de 2009.

Lista de espera (ativos e semiativos)	
Transplante Cardíaco/1º semestre de 2009	
Alagoas	2
Bahia	3
Ceará	6
Distrito Federal	9
Goiás	12
Mato Grosso do Sul	14
Minas Gerais	23
Pará	4
Paraíba	3
Paraná	78
Pernambuco	7
Rio de Janeiro	12
Rio Grande do Norte	7
Rio Grande do Sul	5
Santa Catarina	5
São Paulo	104
TOTAL	294

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009.

A grande maioria, cerca de 70% dos transplantes realizados no Brasil, é feita em hospitais de ensino, os quais normalmente possuem cerca de 275 leitos (CARVALHO, 2004).

Ao ser constatado por um médico que o paciente necessita de um transplante, o candidato é colocado na lista de espera de transplantes do SUS. O atendimento desta lista é feito por ordem de chegada e ela é única para cada órgão ou tecido. Neste processo são considerados a urgência do atendimento e os critérios técnicos e geográficos para cada órgão, segundo a Portaria nº 91/GM/MS, de 23 de janeiro de 2003. Os elevados tempos de espera por um transplante geram um grande custo, causam sofrimento nos pacientes e os órgãos aproveitados muitas vezes acabam sendo de qualidade inferior, o que implica em um aumento na necessidade de retransplantes, em elevada taxa de mortalidade pós-transplantes e na redução da sobrevida do paciente transplantado. Segundo Souza & Elias (2006), o tempo de vida médio de um órgão transplantado é de 10 anos e o máximo é de 20 anos.

2 ASSISTÊNCIA CIRCULATÓRIA

Assistência circulatória pode ser definida como o conjunto de técnicas e equipamentos capazes de manter as condições hemodinâmicas dos pacientes por períodos prolongados e substituir total, ou parcialmente, de forma temporária ou definitiva, as funções de bombeamento do coração (FIORELLI et al., 2008).

O coração é um órgão constituído por duas bombas pulsáteis, o coração direito que realiza a circulação pulmonar e o coração esquerdo que realiza a circulação sistêmica, e cada câmara é composta de um átrio e de um ventrículo. Ele é responsável por impulsionar o sangue pelo sistema circulatório contraindo e relaxando, em média, entre 60 e 100 vezes por minuto. A principal fonte da força que bombeia o sangue pela circulação pulmonar ou pela circulação periférica provém do ventrículo. Em um coração normal os átrios se contraem cerca de um sexto de segundo antes do ventrículo, o que permite um maior enchimento dos ventrículos antes de eles bombearem o sangue para o resto do corpo. Ele possui um sistema especial, que tem a função de manter o ritmo e transmitir os potenciais de ação para o músculo cardíaco, produzindo o batimento cardíaco. Esse sistema é, porém, facilmente danificado por doenças cardíacas

que são capazes de alterar o ciclo cardíaco prejudicando o bombeamento do sangue pelo coração (GUYTON & HALL, 1997).

Diversos dispositivos de assistência circulatória vêm sendo desenvolvidos a fim de atender pacientes que aguardam na fila de transplantes cardíacos. Esses dispositivos devem ser capazes de funcionar por longos períodos, lesando o mínimo possível os elementos figurados do sangue e gerando a menor ativação de cascata, até que se encontre um doador adequado (BOCK, 2007a).

Os dispositivos de assistência circulatória mecânica podem ser classificados quanto ao tipo de fluxo, posição em relação ao coração, em relação ao ventrículo assistido, grau de substituição ventricular, posição em relação ao paciente e tempo de permanência. Quanto ao tipo de fluxo eles podem ser de fluxo pulsátil, contínuo ou por contrapulsção. Na sua posição, em relação ao coração, podem ser classificados como dispositivos de assistência em série, ou em paralelo. Em relação ao ventrículo assistido, são classificados em: assistência ventricular direita, assistência ventricular esquerda ou assistência biventricular. Podem ser totais ou parciais quanto ao grau de substituição ventricular. Quanto à posição em relação ao paciente podem ser paracorpóreos, ou semi-implantáveis, ou totalmente implantáveis. E por fim, quanto ao tempo de permanência, podem ser de curta duração (menos de 30 dias), média duração (de 30 dias a 1 ano) e longa duração (mais de 1 ano). Esses dispositivos são usados como ponte para transplantes, ponte para recuperação, terapia de destino (definitiva) e suporte temporário em cirurgias cardíacas. Os dispositivos de curta duração são utilizados normalmente como ponte para um dispositivo de longa duração, suporte para recuperação ventricular, após cirurgias cardíacas, para transplantes, em casos de miocardites e de choques cardiogênicos. Os dispositivos de média duração são frequentemente utilizados como ponte para transplante e os dispositivos de longa duração são usados em terapias de destino em pacientes inaptos a receber um transplante (FIORELLI et al., 2008).

A assistência circulatória em paralelo ou o coração artificial total são contraindicados para pacientes com mais de 70 anos, com doenças

pulmonares crônicas e cerebrovasculares sistemáticas, com falência renal crônica, endocardite bacteriana, com cardiopatias congênitas e com disfunção hepática grave. Segundo Fiorelli et al. (2008), os critérios clínicos utilizados na seleção dos candidatos à assistência circulatória mecânica são idade, estado clínico e fatores de contraindicação, como hipertensão pulmonar, doença cerebrovascular e infecção ativa.

3 DISPOSITIVOS DE ASSISTÊNCIA CIRCULATÓRIA

3.1 Balão Intraórtico

O balão intraórtico é um dispositivo de assistência circulatória em série, é constituído de um cateter com um balão em sua extremidade distal e um console, responsável por insuflar e desinsuflar o balão dentro da aorta.

O console é composto, basicamente, de um monitor fisiológico, usado para sincronizar o ciclo cardíaco do paciente com o enchimento e esvaziamento do balão; uma seção pneumática, que gera a pressão positiva e negativa que insufla e desinsufla o balão; uma unidade controladora; um tanque de gás; e baterias. Este dispositivo funciona por contrapulsção, ou seja, ele insufla quando o coração relaxa, o que provoca um aumento do fluxo de sangue para as artérias coronárias, e quando o coração contrai ele desinsufla e o sangue é enviado para fora do coração, diminuindo o esforço cardíaco e o consumo de oxigênio, e aumentando o débito cardíaco. Ocorre um deslocamento proximal e distal do volume de sangue na aorta na insuflação no início da diástole.

O balão pode ser insuflado com gás hélio ou dióxido de carbono. O gás hélio é inerte, possui sua baixa densidade, e é de rápida difusão, deste modo em casos de ruptura do balão ele é facilmente absorvido pelo sangue. O dióxido de carbono se difunde melhor que o gás hélio no sangue, fato que reduz as potenciais consequências de embolia gasosa. O dispositivo é, geralmente, introduzido através da artéria femoral esquerda e seu posicionamento intraórtico produz diversos efeitos benéficos

como a redução da necessidade de oxigênio do miocárdio, aumento do volume de sangue ejetado em cada sístole, causado pela diminuição da resistência ao fluxo, e melhora da função renal e cerebral. Ele é indicado para auxiliar os pacientes que aguardam por um transplante, na falha no desmame da circulação corpórea, em casos de insuficiência cardíaca, choque cardiogênico, infarto agudo do miocárdio, entre outros. Suas principais contraindicações são em casos de insuficiência da valva aórtica, doença vascular periférica grave e dissecação aguda da aorta (AMAR & SOBRINHO, 2002).

3.2 Bombas Axiais

As bombas axiais têm seu funcionamento baseado no princípio do parafuso sem fim, criado por Arquimedes, que o utilizava para extrair água de minas e poços. São dispositivos de longa duração de bombeamento não pulsátil que podem ser implantados apenas no ventrículo esquerdo. Nestes dispositivos o sangue é impulsionado devido à rotação de uma pequena turbina, gerando um fluxo axial contínuo paralelamente ao próprio eixo do sistema. Esses dispositivos de fluxo axial possuem o rotor suportado por mancais cerâmicos (BOCK, 2007b). A velocidade de rotação de uma bomba centrífuga é menor que a de uma de fluxo axial devido ao fato de o volume interno ser maior. As maiores vantagens desses dispositivos, comparando com os dispositivos pulsáteis, é seu pequeno tamanho, baixo custo e baixo consumo de energia (DELGADO et al., 2002). O Impella® é um exemplo deste tipo de dispositivo, é um cateter para assistência circulatória produzido pela empresa Abiomed. Ele fornece um suporte ventricular minimamente invasivo, reduzindo o trabalho do miocárdio e o consumo de oxigênio, e aumentando o débito cardíaco e coronário. Este dispositivo está disponível em três modelos e pode ser inserido através da artéria femoral até o ventrículo esquerdo, onde é capaz de gerar um fluxo de até 5L/min. Nos casos de descompensação do fluxo do ventrículo esquerdo ele é mais efetivo que o balão intraórtico, citado anteriormente. Sua utilização é indicada em diversos casos, entre

eles os de choque cardiogênico, miocardite aguda e como ponte para recuperação (BOCK, 2008).

3.3 Bomba Centrífuga

Bomba centrífuga implantável é um dispositivo de assistência circulatória e consiste de um cone rotatório, que proporciona um fluxo, e que é acoplado a um motor. Por meio da força centrífuga a bomba promove, quando acionada, a rotação do cone interno e o sangue é impulsionado por aletas produzindo um fluxo sanguíneo. Esses tipos de bombas são frequentemente utilizados como dispositivos de assistência ventricular devido a sua ampla disponibilidade, baixo custo e simplicidade na implantação e operação. Elas podem ser utilizadas na assistência circulatória direita (pulmonar), esquerda (sistêmica) ou em ambas, na assistência biventricular (BOCK, 2010).

Normalmente, são utilizadas em suporte circulatório e para circulação extracorpórea prolongada, graças a sua grande capacidade de vazão e baixo traumatismo celular. Este tipo de dispositivo de assistência ventricular é ainda caracterizado por ser de simples manuseio e por permitir monitorização contínua do fluxo sanguíneo. O fluxo deste dispositivo depende diretamente do número de rotações do cone interno.

3.3 Bombas Pulsáteis

Em 1969 Cooley implantou pela primeira vez um coração artificial em um ser humano. O coração artificial foi utilizado como ponte para transplante e funcionou corretamente durante 64 horas.

O Jarvik-7, também chamado de “Symbion Total Artificial Heart”, é um coração artificial total que foi implantado pela primeira vez em 1982 por DeVries e seus colaboradores, cirurgiões da Universidade de Utah. O dispositivo funcionou por 112 dias, e posteriormente em outras experiências foi constatado seu funcionamento por até 620 dias. As sérias complicações que ele trazia, relacionadas com a biocompatibilidade do material com o corpo humano, fez com que a organização norte-americana Food and Drug

Administration (FDA) autorizasse seu uso apenas para fins de ponte para transplante. A versão atual deste dispositivo é chamada CardioWest C-7 (Symbion). Ele substitui o coração natural, sendo constituído de duas câmaras fabricadas em poliuretano que possuem uma válvula de carvão pirolítico cada uma, alimentadas por uma fonte de energia externa. Pode prover um fluxo de 4L a 5L/min, sendo capaz de fornecer até 10L a 15L/min. (FIORELLI et al., 2008)

REFERÊNCIAS

AMAR, M. R.; SOBRINHO, J. J. *Alternativas cirúrgicas para o tratamento da ICC*. Transplante cardíaco: para que e quando, Rio de Janeiro, vol.15, n.3, jul.-ago.-set. 2002, p.142-150.

CARVALHO, A. P. Sistema nacional de transplantes requer melhor avaliação e proteção. *Jornal O Globo*. Rio de Janeiro, 5 fev. 2004.

BARACAT, E. C. Transplantes de órgãos no Brasil. *Revista da Associação Médica Brasileira*. [online], vol. 49, n.1, 2003, p. 1-1.

BOCK, E. G. P. *Projeto, construção e testes de desempenho “in vitro” de uma bomba de sangue centrífuga implantável*. Dissertação (Mestrado). Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, 2007.

BOCK, E. et al. A new concept of centrifugal blood pump using pivot bearing system: the conversion of the Spiral Pump inlet port. In: *ABCM Symposium Series in Bioengineering*. Rio de Janeiro, vol.1, 2007, p.9-12.

BOCK, E. et al. New centrifugal blood pump with dual impeller and double pivot bearing system: wear evaluation in bearing system. Performance tests, and preliminary hemolysis tests. *Artificial Organs*, vol.32, n.4, 2008, p.329-333.

BOCK, E. et al. Introductory tests to “in vivo” evaluation: magnetic coupling influence in motor controller. *ASAIO Journal*, vol.56, n.2, 2010, p.121.

DELGADO, D. et al. Mechanical circulatory assistance: state of art. *Circulation*, n. 106, 2002, p. 2046-2050.

Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para Transplante Cardíaco. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, vol. 73, Supl. V, 1999.

FIORELLI, A.; OLIVEIRA, J.; STOLF, N. Transplante cardíaco. *Revista de Medicina da FMUSP*, São Paulo, vol. 88(3), ed. especial, jul.-set. 2009, p.123-37.

FIORELLI, A. et al. Assistência circulatória mecânica: porque e quando. *Revista de Medicina da FMUSP*, São Paulo, vol.87(1) jan.-mar. 2008, p.1-15.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 9. ed., 1997, p. 421-430.

SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. Bombas propulsoras. In: *Fundamentos da circulação extracorpórea*. Rio de Janeiro: Alfa Rio, 2006. Cap. 10, p.186-199.

SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. Coração Artificial: temporário e definitivo In: *Fundamentos da circulação extracorpórea*. Rio de Janeiro: Alfa Rio, 2006. Cap. 45, p.774-779.

Para contato com os autores:

Beatriz Uebelhart

biauebelhart@hotmail.com

Pedro Ivo T. C. Antunes

antunes.pedro@yahoo.com.br

Aron José Pazin de Andrade

aron@dantepazzanese.org.br

Eduardo Guy Perpétuo Bock

eduardo_bock@yahoo.com.br

APLICAÇÃO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL ALGÉBRICO EM TEMA DA ESTÁTICA DOS SÓLIDOS

Lin Chau Jen

Doutor em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da USP
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus de Guarulhos

Apresenta-se uma aplicação de programa do tipo computacional algébrico, conhecido como CAS (Computer Algebra Systems), que, além de possibilitar cálculos numéricos, como um programa computacional numérico, possibilita a manipulação de expressões matemáticas na forma simbólica. Abordou-se um problema de Estática dos Sólidos, de geometria tridimensional. O uso de um programa CAS permite observar a simplicidade do problema, já que as operações da álgebra vetorial e da solução de sistemas lineares podem ser vistas como meros procedimentos secundários.

Palavras-chave: Matemática simbólica. Computação algébrica. Programação algébrica. Estática dos sólidos.

This article shows the utilization of a CAS (Computer Algebra Systems) program that besides doing numeric calculation can deal with mathematical expressions in symbolic form. A problem of Static of Solids with tridimensional geometry was chosen. The use of a CAS program allows observing the simplicity of the problem, as the operations of vector algebra and solution of linear systems can be seen as secondary proceedings.

Keywords: Symbolic mathematics. Algebraic computation. Algebraic programming. Statics of solids.

1 INTRODUÇÃO

No meio acadêmico das áreas de Engenharia e Tecnologias, são pouco conhecidos os programas denominados de Sistemas Computacionais Algébricos (*Computer Algebra Systems, CAS*).

Na formação dos estudantes dessas áreas, é prevista a capacitação para se trabalhar com um programa computacional numérico, capaz de realizar tarefas matemáticas diversas. Para atender a tal objetivo, há, na grade curricular, disciplinas relacionadas à computação, à técnica de escrever algoritmos e às linguagens de computação. Todos esses itens estão voltados ao que pode ser denominado de Sistemas Computacionais Numéricos, em que o instrumento é um programa computacional que realiza uma sequência de manipulações de

números. Exemplos desses programas são o Pascal, o Fortran, o C ou o C++.

A grande maioria dos professores das áreas de Engenharia e Tecnologias também se graduaram dessa forma, o que explica a tendência a manter esse tipo de ensino.

Como alternativas a um Sistema Computacional Numérico há os CAS, ou Sistemas Computacionais Algébricos. Esses sistemas, além de realizarem as sequências de manipulações numéricas, podem trabalhar com os símbolos matemáticos, isto é, possibilitam a manipulação de expressões matemáticas em forma simbólica, habilidade que lhes confere empregos, não passíveis aos Sistemas Computacionais Numéricos. Os programas CAS não são novos, eles têm sido desenvolvidos desde a década de 60, na área de Matemática, principalmente na tarefa educacional,

particularmente por suas facilidades em gerar gráficos e manipular e resolver expressões matemáticas, de diversas áreas como cálculo diferencial e integral, álgebra linear, equações diferenciais, teoria dos grupos, estatística, etc.

Apesar disso, o conhecimento e a utilização de tais programas pouco ultrapassou os limites da sua área de origem. Como CAS, existem programas computacionais comercializados por empresas (Maple, Mathematica, MathCad, etc) e programas de acesso livre (Maxima, Axiom, Sage, etc). Há também programas CAS incorporadas a calculadoras científicas portáteis.

As áreas de Engenharia e Tecnologias também podem se beneficiar do uso de tais programas. Como exemplo, pode-se citar meu caso pessoal, em disciplinas de cursos superiores em Engenharia, com tópicos relacionados à Estática de Corpos Rígidos.

2 CASO DE APLICAÇÃO

Para demonstrar a utilização de um programa CAS, enunciou-se o seguinte problema, como exemplo:

Uma prateleira retangular está presa a uma parede vertical por meio de duas dobradiças e um cabo preso a um de seus cantos, conforme mostra o desenho da Figura 1. Dessa forma, a prateleira encontra-se

disposta num plano horizontal. O cabo se situa no plano vertical perpendicular à parede, que contém o lado AC da prateleira. A prateleira tem peso igual a 15 N, que pode ser interpretada como uma força vertical descendente aplicada no ponto central da prateleira (ponto F). Um cilindro, de peso igual a 60 N, está colocado na prateleira. Dessa forma, pode-se considerar uma força igual ao peso do cilindro aplicada no ponto central da interface cilindro-prateleira, ponto G.

2.1 Desenvolvimento

Os conceitos relacionados à solução desse exercício são bastante simples. Eles podem ser resumidos da seguinte forma: “para que um corpo rígido esteja em equilíbrio, são necessárias duas condições: (a) a somatória das forças externas aplicadas ao corpo deve ser nula, e (b) a somatória dos momentos das forças externas, em relação a um ponto qualquer, situado ou não no sólido, deve ser nula”.

As forças aplicadas à prateleira podem ser observadas por meio da Figura 2.

Quando o problema tem geometria tridimensional, como é o caso do exemplo escolhido, pode-se empregar a matemática vetorial. Com esse enfoque, os conceitos relacionados acima se traduzem em apenas duas equações vetoriais.

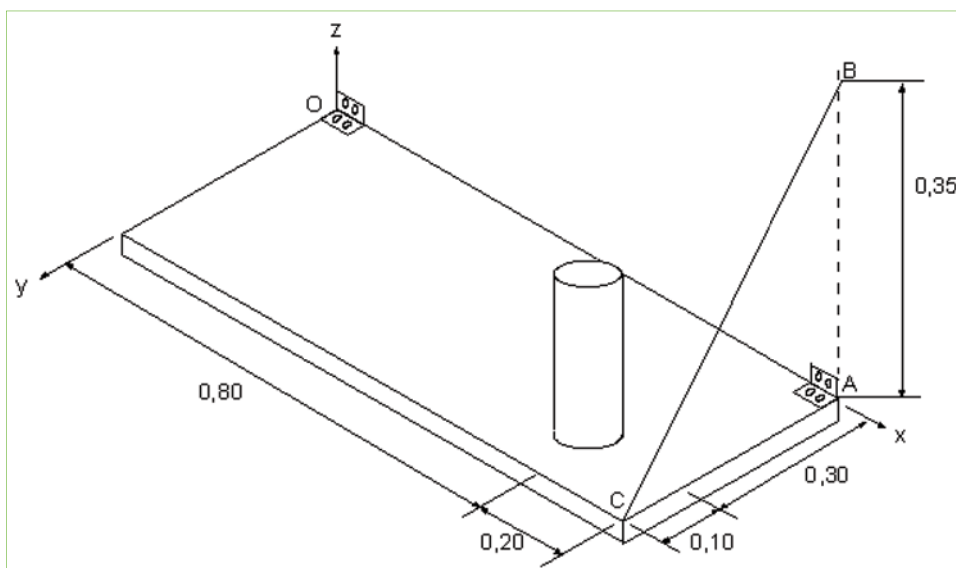


Figura 1: Situação do problema (valores em metro).

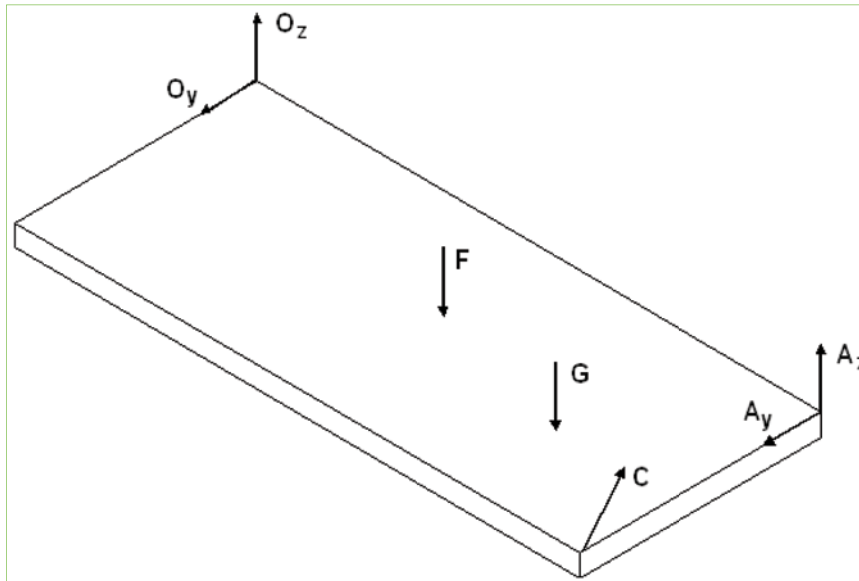


Figura 2: As forças aplicadas à prateleira.

Enxergar essa simplicidade dos conceitos físicos pode ser possível se os alunos tiverem domínio das operações com vetores e dos métodos de solução de equações lineares que, então, podem ser encaradas como procedimentos secundários na resolução do problema. Por vezes, não é isso o que ocorre, esses acabam por produzir nos alunos um obscurecimento que os impedem de enxergar a simplicidade do problema geral, pois estão com a atenção voltada a detalhes.

Por meio de um programa CAS, em que realizar os procedimentos citados acima se resume a chamar funções pré-estabelecidas, enxergar a simplicidade da resolução do problema torna-se fácil.

É o que pode ser visto por meio do programa listado mais adiante. Antes, entretanto, devem ser feitos os seguintes comentários:

Uma equação vetorial corresponde a três equações escalares, cada uma relacionada a uma das três direções coordenadas. Dessa forma, duas equações vetoriais resultam em seis equações escalares. Entretanto, no problema considerado, não há uma dessas equações. Pois, como não há forças com componente na direção x , não há a equação escalar relacionada a essa direção, oriunda da equação vetorial da somatória das forças. Dessa forma, têm-se cinco equações escalares independentes.

Há cinco incógnitas, o que configura um problema com solução determinada.

O programa CAS utilizado foi o MuPAD Light, versão 2.5.3. É um programa desenvolvido pela Universidade de Paderborn, Alemanha, que se encontra descontinuado atualmente. A versão Light é a versão livre, com a limitação da quantidade de memória disponível para armazenamento de variáveis. Entretanto, é fácil encontrar *sites* na Internet que disponibilizam essa versão ou outra versão *light*. Uma breve introdução a esse aplicativo é encontrada em Martins (2004).

As funções `matrix(1,3,[x, y, z])`, `linalg::crossProduct(u, v)` e `solve(equacoes, {x, y, z})` correspondem, respectivamente, a funções do programa que define um vetor, que realiza o produto vetorial entre dois vetores e, que resolve um sistema de equações.

Não se identificou no MuPAD uma função que calcule o valor absoluto de um vetor. Por essa razão, escreveu-se uma *procedure*, apresentada no início do programa, que realiza essa tarefa.

A origem do sistema de coordenadas (ponto O) foi o ponto escolhido como polo para o cálculo da somatória dos momentos das forças externas.

As incógnitas receberam o prefixo “ x ” para que fossem mais bem identificadas.

2.2 Listagem do programa

```
// Aplicação de um programa CAS
//
// *** Procedures ***
//
// Calcula o valor absoluto de um vetor
valor_absoluto := proc(vetor)
local temp;
begin
temp:=sqrt(vetor[1,1]^2+vetor[1,2]^
2+vetor[1,3]^2);
return(temp)
end_proc:
//
// *** Vetores das coordenadas dos pontos ***
//
ponto_O := matrix(1,3,[0,0,0]):
ponto_A := matrix(1,3,[1,0,0]):
ponto_B := matrix(1,3,[1,0,0.35]):
ponto_C := matrix(1,3,[1,0,4,0]):
ponto_F := matrix(1,3,[0.5,0.2,0]):
ponto_G := matrix(1,3,[0.8,0.3,0]):
//
// *** Forças ***
//
forca_F := 15*matrix(1,3,[0,0,-1]):
forca_G := 60*matrix(1,3,[0,0,-1]):
forca_Ay := matrix(1,3,[0,x_Ay,0]):
forca_Az := matrix(1,3,[0,0,x_Az]):
forca_Oy := matrix(1,3,[0,x_Oy,0]):
forca_Oz := matrix(1,3,[0,0,x_Oz]):
aux:=valor_absoluto(ponto_B -
ponto_C):
forca_C := x_C/aux*(ponto_B -
ponto_C):
soma_forcas := forca_F + forca_G +
forca_Ay + forca_Az + forca_Oy + forca_Oz +
forca_C:
//
// *** Momentos ***
//
aux := linalg::crossProduct((ponto_F
- ponto_O), forca_F):
aux1 := linalg::crossProduct((ponto_G
- ponto_O), forca_G):
aux2 := linalg::crossProduct((ponto_A
- ponto_O), forca_Ay):
aux3 := linalg::crossProduct((ponto_A
- ponto_O), forca_Az):
```

```
aux4 := linalg::crossProduct((ponto_C
- ponto_O), forca_C):
soma_momentos := aux + aux1 + aux2
+ aux3 + aux4:
//
// *** Solução do sistema ***
//
equacoes := {
soma_forcas[1,2]=0,
soma_forcas[1,3]=0,
soma_momentos[1,1]=0,
soma_momentos[1,2]=0,
soma_momentos[1,3]=0 } :
solucao := solve (equacoes, {x_Ay,
x_Az, x_Oy, x_Oz, x_C}):
//
// Impressões
//
print(Unquoted,"soma_forcas"):
print(soma_forcas):
print(Unquoted,"soma_momentos"):
print(soma_momentos):
print(Unquoted,"solucao"):
print(solucão):
//
// *** Fim ***
```

2.3 Resultados do programa

Os resultados do problema são apresentados em seguida, com o formato que o programa efetivamente produz. Inicialmente, apresenta-se o vetor resultante das forças externas, ou a soma dessas forças. Em seguida, o vetor resultante da somatória dos momentos das forças resultantes em relação ao ponto escolhido. Por fim, o resultado da solução do sistema. Como foi utilizado o Sistema Internacional de Unidades, a solução apresenta os valores das forças em Newton.

```
soma_forcas
array(1..1, 1..3,
(1, 1) = 0,
(1, 2) = - 0.7525766947 x_C + x_Ay
+ x_Oy,
(1, 3) = 0.6585046079 x_C + x_Az
+ x_Oz - 75)
```

```

soma_momentos
array(1..1, 1..3,
(1, 1) = 0.2634018431 x_C - 21.0,
(1, 2) = - 0.6585046079 x_C - x_Az
+ 55.5,
(1, 3) = - 0.7525766947 x_C + x_Ay
)
solucao
{[x_C = 79.72609359, x_Ay = 60.0,
x_Az = 3.0, x_Oy = 0.0, x_Oz = 19.5]}

```

3 COMENTÁRIOS FINAIS

O aplicativo *MuPAD Light* possui uma sintaxe muito parecida com o programa computacional numérico *Scilab*, também de acesso livre, com o qual o autor tem trabalhado nos últimos anos. Entretanto, há que se reconhecer que essa não é uma razão de destaque para a escolha do aplicativo entre as diversas alternativas de um programa CAS de acesso livre. É bastante provável que qualquer alternativa de um programa CAS de acesso livre também possa ter um bom desempenho, como o programa adotado. Um último comentário é que há uma opção de um programa CAS *on-line*, ou seja, é um aplicativo que pode ser utilizado simplesmente com um acesso à internet, sem nada a ser instalado no microcomputador pessoal. É a página *Sage Via the Web*.

É opinião desse autor que o conhecimento e a utilização de um programa CAS devem fazer parte da educação de estudantes das áreas de Engenharia e de Tecnologias, especialmente, considerando que microcomputadores pessoais ou *notebooks* fazem, cada vez mais, parte do cotidiano deles. Há outras vantagens de programas CAS que não foram exploradas neste artigo, principalmente no estudo dos temas da área matemática.

REFERÊNCIA

MARTINS, R. M. *MuPAD Light – Tutorial*. Apostila. Universidade Federal de Viçosa. 2004.

AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA ENSINO DE RADIOLOGIA E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM: SISTEMA TUTOR PARA TREINAMENTO DE RESIDENTES E LEVANTAMENTO DE TERMOS TÉCNICOS

Marília Guimarães Pinheiro

Doutora em Ciências Médicas pela FMRP – USP
Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Sertãozinho

Jorge Elias Jr

Doutor em Medicina
Coordenador do Centro de Ciências das Imagens e Física Médica da FMRP – USP
Professor da FMRP – USP

Este artigo apresenta um sistema tutor para treinamento de médicos residentes em radiologia. O sistema oferece também recursos para o levantamento de termos médicos radiológicos empregados para descrição e classificação de lesões em imagens médicas de ressonância magnética RM. O tutor está em operação pela internet com 24 casos clínicos de lesão focal de fígado e imagens em ressonância magnética; é parte de um ambiente computacional completo para apoio ao ensino de radiologia.

Palavras-chave: Ensino assistido por computador. Educação médica. Sistemas de informação em radiologia. Léxico em radiologia.

This paper presents a computational environment to support the training and evaluation of medical residents in radiology and diagnostic images. It offers resources for the radiological survey of medical terms used for description and classification of lesions in MRI. The system is in the Web with 24 clinical cases of focal liver lesions and is part of a complete computing environment to support the teaching and learning of radiology.

Keywords: E-learning. Computer-Assisted Instruction (CAI). Medical Education.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de radiologia e diagnóstico por imagem tem por base a análise de casos reais. O treinamento dos médicos residentes visa desenvolver a capacidade de reconhecer a normalidade, identificar e descrever alterações e associar alterações com possíveis diagnósticos. Tradicionalmente, as imagens encontram-se armazenadas em arquivos de filmes ou em mídia digital, com limitações inerentes para recuperação e uso (SCARSBROOK, 2005).

A Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) vem trabalhando em um ambiente de ensino para radiologia e

diagnóstico por imagem. Este ambiente híbrido tem por base a integração de sistemas diversos (MASSON, 2008) cujo principal foco é o treinamento dos médicos residentes. A Figura 1 sintetiza o modelo concebido para o ambiente de ensino (PINHEIRO, 2009) que é composto por: sistemas tutores, base didática de imagens, bases de conhecimento e estrutura de ensino a distância (EAD). O modelo é bastante abrangente e envolve o trabalho de diversos pesquisadores da instituição.

Este artigo apresenta um sistema tutor para treinamento em diagnóstico a partir de imagens de ressonância magnética (RM). A base de dados piloto contém 24

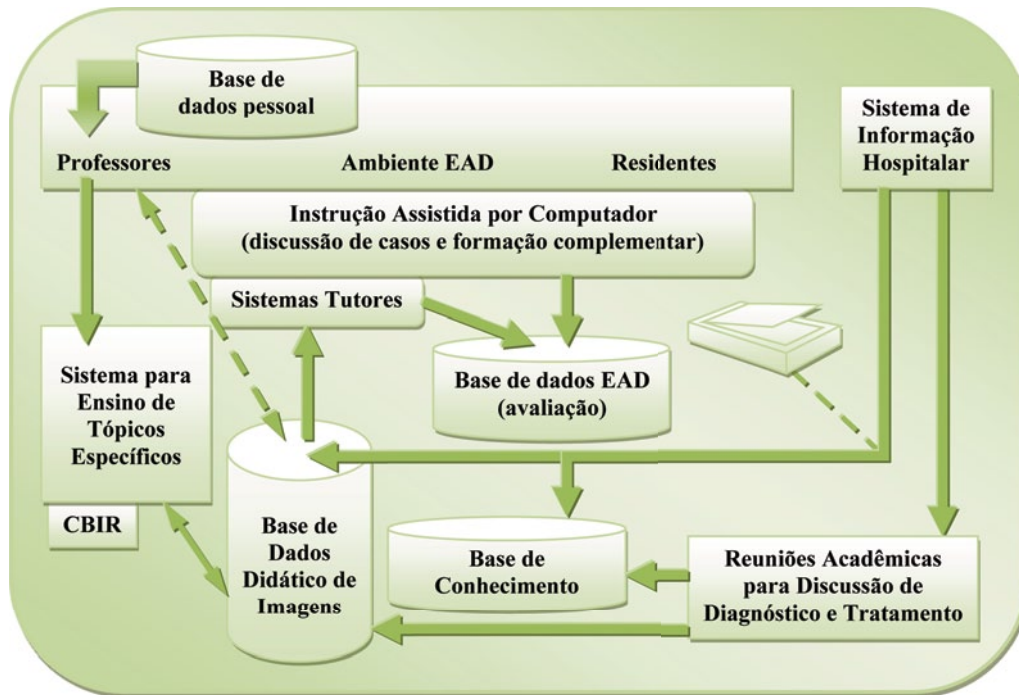


Figura 1: Esquema Geral do Ambiente Computacional para Ensino de Radiologia e Diagnóstico por Imagens projetado para o hospital escola.

casos clínicos representativos de lesão focal de fígado. Cada caso clínico contém dados gerais do paciente e um conjunto de imagens das sequências de RM. O exame RM é composto por um conjunto de sequências de imagens que apresentam comportamento característico associado a cada tipo de lesão. Este comportamento, em geral descrito por uma frase, define um vetor de termos, aqui chamado vetor verdade. O sistema tutor convida o estudante a apresentar sua frase descritiva de cada característica, procura e reconhece os termos constantes no vocabulário, compara o resultado com o vetor verdade e armazena sugestões de novos termos para posterior avaliação do especialista. Busca-se exercitar um vocabulário específico, recolher subsídios para criação de um padrão, disciplinar a observação, a aplicação de um método, um roteiro, para criação de laudos em RM. Em comum com outros sistemas tutores, a necessidade de se construir uma base de conhecimento como infraestrutura na interação com o aluno e um meio para se avaliar as respostas similares, e não apenas as idênticas, como corretas ou adequadas.

A utilização efetiva deste sistema tutor, além de contribuir com o treinamento dos médicos residentes, pretende reunir dados para: 1) construção de um léxico capaz de padronizar a indexação e recuperação de recursos de informação em radiologia; 2) identificar possíveis relações entre descrições inadequadas dos aspectos de lesões e erros de diagnóstico, ou, ao contrário, avaliar descrições tomadas como padrão incompletas ou imprecisas; e 3) avaliar possíveis formas de associação entre as descrições semânticas e o estabelecimento de padrões que contribuam para recuperação de imagens com base em seu conteúdo (MÜLLER, 2004). Cada uma destas contribuições será detalhada no corpo do artigo.

A escolha dos itens tomados para indexação é fundamental para a recuperação de imagens. Tradicionalmente, os sistemas relacionados a arquivos didáticos e de pesquisa em radiologia permitem recuperação de imagens pelo tipo (por exemplo, ressonância magnética, tomografia computadorizada), por região anatômica e/ou por patologia. Associar a cada imagem termos padronizados para descrição de anomalias cria um poderoso recurso para seleção de dados para fins didáticos e, especialmente, para pesquisa.

2 A IMPORTÂNCIA DE UM LÉXICO EM RADIOLOGIA

O compartilhamento de casos clínicos é considerado um importante recurso para ensino e treinamento (COLLINS, 1998). Um projeto ambicioso e abrangente é o desenvolvido pela Radiological Society of North America (RSNA), o Medical Imaging Resource Center (MIRC, 2009). Trata-se de uma biblioteca de imagens médicas, acessível através da internet, tem suporte cooperativo de bibliotecas geridas individualmente por diversas instituições de saúde, cujo conteúdo pode ser acessado como uma única biblioteca por usuários cadastrados (cada um dos repositórios de arquivos independentes é indexado pelo MIRC). A biblioteca do MIRC, desenvolvida em *software* livre, tem sido adotada como base para diversos projetos específicos, como o MyPacs.net (WEINBERGER, 2002) e o MedPix (MID, 2009).

Entretanto, para consultas, o ideal seria indexar as imagens médicas a termos a elas relacionados; por exemplo, formato da lesão ou forma de aquisição da imagem. Os projetos citados têm limitações importantes nesse sentido. Além da necessidade de se utilizar linguagem precisa na composição de um laudo (LANGLOZT, 2009), a terminologia padrão para a área de radiologia se motiva principalmente frente à ampliação e efetividade da indexação e recuperação das imagens.

A criação de um léxico uniforme, adequado e completo é a proposta do RadLex da Sociedade Norte-Americana de Radiologia (RSNA). Ele acrescenta termos do âmbito digital ao antigo Índice ACR (*American College of Radiology's Index for Radiological Diagnoses*) – originalmente criado para categorizar e organizar casos com base em imagens coletadas por radiologistas (LANGLOZT, 2006).

O objetivo primário do RadLex é a criação de uma terminologia que possa ser usada para armazenamento e recuperação dos conteúdos do MIRC, hoje indexados apenas por regiões anatômicas ou por patologia (RADLEX, 2009).

Grupos de radiologistas, divididos por especialidade, deliberam os termos do léxico organizados em categorias e subcategorias. A organização de um léxico é complexa e morosa

e esbarra nos limites e imprecisões da linguagem na especificação dos detalhes de uma imagem. Na radiologia, a precisão dos termos permite a correta classificação das imagens, e, conseqüentemente, sua indexação e recuperação em bases de dados. Uma via alternativa de alta complexidade são os sistemas de recuperação com base no conteúdo da imagem CBIR que, a partir de uma imagem dada como modelo, buscam imagens similares em uma base de dados.

3 O SISTEMA TUTOR

O sistema tutor construído tem como principal objetivo treinar médicos residentes na interpretação de imagens de RM, nas seqüências utilizadas para diagnóstico de lesão focal de fígado (SEMELKA, 2006) como base para posterior generalização do sistema criado. O roteiro seguido no treinamento tradicional engloba as seguintes seqüências de imagens: T1 Gradiente Eco Em-Fase; T1 Gradiente Eco Fora-de-Fase; T1 Gradiente Eco com Supressão de Gordura; T1 GRE Pós-Contraste Fase Arterial; T1 GRE Pós-Contraste Fase Portal; T1 GRE Pós-Contraste Fase de Equilíbrio; T2 TSE e T2 com Supressão de Gordura. Para avaliação destas seqüências, a caracterização dos “limites”, “contornos” e “homogeneidade interna” da lesão são consideradas para criação do laudo e atribuição de diagnósticos prováveis.

As lesões mais comuns (benignas, malignas e infecciosas) de fígado são: Abscesso; Adenoma; CHC Difuso - Carcinoma Hepatocelular Difuso; CHC Focal - Carcinoma Hepatocelular Nodular/Multinodular; Cisto; Colangiocarcinoma; Hemangioma; Hiperplasia Nodular Focal e Metástase.

Para cada tipo de lesão, há um comportamento geral observado nas seqüências: aspectos de seus limites, contornos e grau de homogeneidade interna (SEMELKA, 2006). No treinamento tradicional dos médicos residentes são apresentadas imagens de um caso clínico e o aluno deve seguir o roteiro: caracterizar os limites da(s) lesão(ões), seus contornos e homogeneidade interna; observar e caracterizar as intensidades de sinais em cada seqüência e propor um diagnóstico.

Algumas experiências para este tipo de treinamento têm sido exploradas, sendo o “Caso do Dia” (Case of the Day) no sítio AutnMinnie uma das mais empregadas (PINHEIRO, 2008). Embora interessante para ampliar o volume de exames analisados, a utilização de testes fechados limita significativamente o desenvolvimento e a apreensão do vocabulário adequado à formulação de laudos e descrição das imagens.

O sistema tutor construído aceita respostas abertas para maior efetividade no treinamento dos médicos; permite acesso por internet de modo a ampliar as possibilidades de treinamento durante a rotina diária hospitalar dos médicos residentes. Foram usados para sua construção o SGBD MySQL (PINHEIRO, 2009), as linguagens de programação PHP e JavaScript. A página do sistema tutor, instalado em um servidor da FMRP está disponível no endereço: <<http://143.107.141.167/tutor/index.php>>.

O banco de dados criado contém dados de usuários para controle de acesso ao sistema; dados gerais do caso clínico e diagnóstico confirmado do caso em questão; imagens dos casos clínicos, seu tamanho, tipo (BMP, TIFF, JPG) e informações sobre o arquivo de origem (anterior à transferência para o banco de dados); características que definem o nível de

sinal empregado na aquisição da imagem, ou, um tipo de sequência de RM; termos utilizados para descrição de cada característica dos diversos diagnósticos; e tipos associados aos termos (*nome* é usado quando se trata de um termo técnico, *termo de ligação* é empregado para artigos, numerais e preposições e o *qualificador*, em geral, para adjetivos). Os termos foram fornecidos pelo especialista para todos os diagnósticos: 248 termos, incluídas as variações de gênero e número; os termos podem estar relacionados, como sinônimos ou antônimos.

Na base de dados estão também registrados os vetores de termos de todas as descrições preparadas pelo especialista para cada um dos diagnósticos; o “vetor-verdade”.

Em uma sessão de estudo, o aluno recebe um caso clínico sorteado dentre os constantes no banco de dados, e ainda não trabalhado por ele. As imagens do caso clínico, assim como os dados gerais do paciente e os termos disponíveis no banco de dados, ficam à disposição do estudante, à direita da tela. À esquerda, há uma área reservada à interação entre aluno e tutor (Figura 2). O campo *Resp* recebe as respostas digitadas pelo estudante. As frases do tutor e o histórico do diálogo são mantidos no quadro superior.

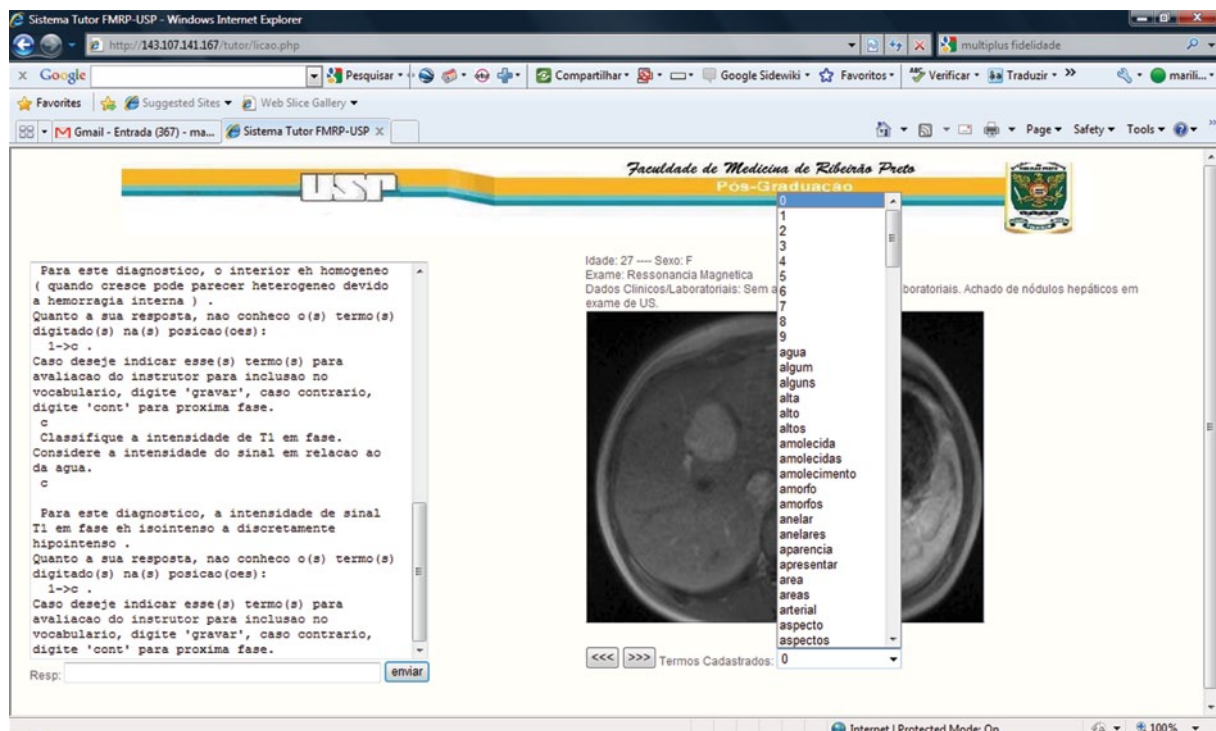


Figura 2: Interação Sistema Tutor e aluno à esquerda; à direita imagem RM e lista de termos.

O sistema prevê orientações gerais para uso optativas. O diálogo entre tutor e aluno tem a seguinte estrutura geral: a) *Tutor* – pergunta sobre uma determinada característica; b) *Aluno* – responde; c) *Tutor* – promove retroalimentação apresentando o vetor verdade para a fase corrente; avalia resposta do aluno e, se houver termos desconhecidos, oferece a oportunidade para que o aluno solicite gravação do termo para avaliação de sua inclusão na base de dados. Este esquema se repete até que

tela com todas as imagens do caso clínico e a solicitação de atribuição de diagnóstico, conforme Figura 3.

Após a resposta, o diagnóstico correto e as considerações do especialista para o caso são informados ao aluno (Figura 4). O número de lições executadas e o número de acertos de diagnóstico de cada aluno alimentam um *score* geral. O usuário administrador do sistema possui recursos gerais para sua manutenção.

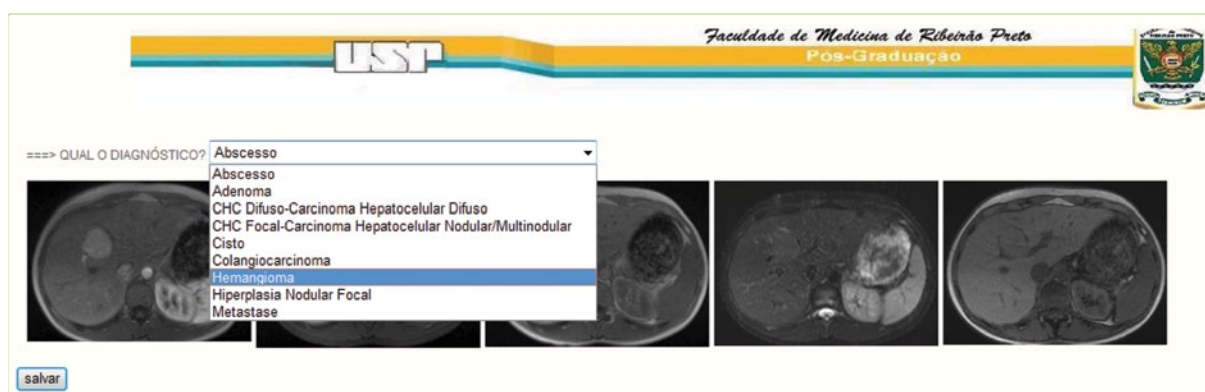


Figura 3: Tela de conclusão de uma seção de estudos: solicitação de diagnóstico.

se esgotem as características a analisar. A qualquer momento o aluno pode solicitar uma dica sobre a pergunta em pauta, e uma reformulação da pergunta será exibida. As frases utilizadas pelo tutor são armazenadas no sistema e são preparadas pelo especialista.

Todas as respostas dadas pelo aluno são registradas na base de dados, na forma de um vetor de termos. Se um termo é sugerido pelo aluno, ele poderá ser inserido na tabela de termos e enriquecer o vocabulário do sistema, caso o especialista o aprove. Nesse processo, também será solicitada inserção de relação, se for o caso, entre o novo termo e os termos já existentes (antônimos ou sinônimos). Dos vetores com o resultado do aluno são extraídos os termos de ligação, os demais termos (nomes e qualificadores) são comparados aos termos e seus sinônimos do vetor verdade para aquela característica do diagnóstico em questão. Desta comparação resulta a avaliação do aluno.

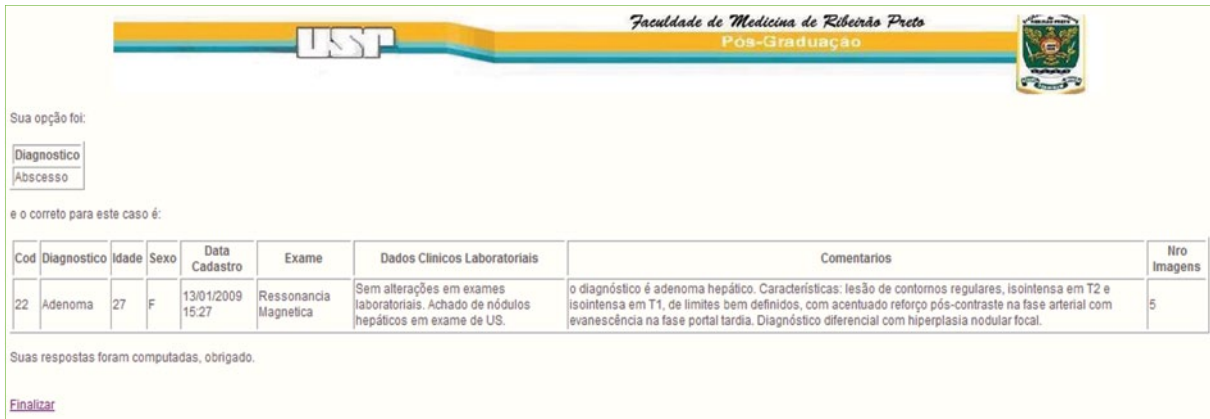
Ao final de uma sessão de estudo, para fechamento da lição, o aluno recebe uma

4 RESULTADOS

O sistema foi testado por dois médicos residentes antes de sua implantação. Após alguns ajustes, foram cadastrados usuários pesquisadores e corpo de residentes da FMRP e casos clínicos sobre lesão focal de fígado. Os resultados gerais são mostrados na Tabela 1.

De modo geral, o sistema foi considerado de operação simples e intuitiva. Um aspecto a ser melhorado é o repertório de frases do tutor. Além das frases que generalizam o comportamento de uma característica em um determinado diagnóstico, poderiam ser incluídas frases específicas de cada exame, ou seja, aspectos particulares de cada exame que devem ser ressaltados e que, na atual versão do sistema, são apresentados ao estudante apenas na conclusão da lição.

A escolha de uma interface tutor X aluno em linguagem natural controlada mostrou-se acertada na medida em que: ajuda a memorização da terminologia



Sua opção foi:

Diagnóstico
Abscesso

e o correto para este caso é:

Cod	Diagnóstico	Idade	Sexo	Data Cadastro	Exame	Dados Clínicos Laboratoriais	Comentários	Nro Imagens
22	Adenoma	27	F	13/01/2009 15:27	Ressonancia Magnética	Sem alterações em exames laboratoriais. Achado de nódulos hepáticos em exame de US.	o diagnóstico é adenoma hepático. Características: lesão de contornos regulares, isointensa em T2 e isointensa em T1, de limites bem definidos, com acentuado reforço pós-contraste na fase arterial com evanescência na fase portal tardia. Diagnóstico diferencial com hiperplasia nodular focal.	5

Suas respostas foram computadas, obrigado.

[Finalizar](#)

Figura 4: Tela de apresentação do diagnóstico correto e das considerações do especialista.

Tabela 1: Resultados preliminares do Sistema Tutor.

Usuários Cadastrados no Sistema	21
Casos Clínicos Cadastrados no Sistema	24
Número de Imagens no Banco de Dados	133
Usuários Ativos	08
Casos Clínicos Resolvidos	15
Diagnósticos Acertados	09
Termos Sugeridos	10

pelos alunos; abre possibilidades para discussão e melhoria do vocabulário técnico e impede a degradação da base de termos. Ora, quando a inserção de novos termos é livremente permitida em sistemas de aprendizagem, a imperícia ou negligência podem corromper a base de dados associando termos incompatíveis e conduzindo a resultados errados.

Dois aspectos na construção do sistema se mostraram vantajosos para facilitar posterior adaptação a outros tipos de patologias e exames: a construção de um roteiro usado para análise dos exames e a configuração de um vetor de tipos de perguntas associado às frases pré-definidas pelo especialista. Também é viável a ampliação dos tipos de diagnósticos e sequências de imagens, pois compreendem linhas em tabelas, na base de dados, de simples complementação.

Em todos os passos da lição, as respostas dos alunos são retroalimentadas, aspecto indispensável à efetividade da tutoria. O *feedback* também ocorre na conclusão de uma sessão de estudo, quando o diagnóstico é solicitado ao aluno.

5 CONCLUSÃO

Estudos mostram que a padronização de termos em radiologia é uma meta a ser alcançada. O Radlex poderia ser amplamente utilizado nos sistemas de treinamento, mas esbarra em um importante complicador: os termos estão em língua inglesa. Iniciativas para avaliação e padronização de termos em português, processo para o qual o sistema tutor proposto oferece recursos, colabora de modo significativo para condução de pesquisas na área.

Com o uso do sistema tutor e, consequentemente, aumento do volume de informações sobre as respostas dos alunos, seria possível identificar os erros frequentes na interpretação das imagens. Este seria um subsídio relevante para melhoria das atividades pedagógicas.

Futuramente o sistema poderia receber a inserção de particularidades específicas de cada exame no repertório de frases. Esta iniciativa viabilizaria a identificação, e quantificação, de quais termos qualificadores das características das imagens são representativos para a determinação de patologias; seria possível o levantamento da frequência dos termos entre as respostas.

Na forma como foi concebido, o sistema cumpre o papel de alicerce para o ambiente de ensino em radiologia e diagnóstico por imagem. Suas principais características são: treinamento na interpretação de imagens de RM; recursos para estabelecer um léxico para uniformizar a indexação e recuperação de recursos de informação em radiologia.

REFERÊNCIAS

- COLLINS, J.; BLANKENBAKER, D.; ALBANESE, M. A. A program to create and exchange teaching cases in radiology. *Academic Medicine*, 73 (5): 587, May 1998.
- LANGLOTZ, C. P. RadLex: a new method for indexing online educational materials. *RadioGraphics*, 26: 1595-1597. DOI: 10.1148/rg.266065168. Editorial RSNA, 2006.
- LANGLOTZ, C. P.; CALDWELL, S. A. The completeness of existing lexicons for representing radiology report information. *Journal of Digital Imaging*. Springer New York, v. 15, n. 1, p. 201-205, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/u2f60jlfpth4cjth/>>. Acesso em: 15 fev. 2009.
- MASSON A. et al. The hybrid learning model - a framework for teaching and learning practice. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. Special issue: Infrastructures for Lifelong Competence Development: The 4th TENCompetence Open Workshop in Madrid 2008, vol. 3, (2008): 12-17.
- MID Medical Image Database. Disponível em: <<http://rad.usuhs.edu/medpix/>>. Acesso em: 15 fev. 2009.
- MIRC Medical Imaging Resource Center. Disponível em: <<http://www.rsna.org/MIRC/>>. Acesso em: 15 fev. 2009.
- MÜLLER, H. A Review of content-based image retrieval systems in medical applications: clinical benefits and future directions. *International Journal of Medical Informatics*, vol. 73, issue 1, p. 1- 23, 2004.
- PINHEIRO, M. G. et al. Ambiente de ensino a distância aplicado para treinamento em radiologia e diagnóstico por imagens: estudo de caso em lesão focal de fígado. *XI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS 2008* <<http://www.sbis.org.br/cbis11/anais.htm>>, Campos do Jordão.
- PINHEIRO M. G. et al. A computational environment for radiology and image-diagnosis teaching: a proposal using Systems Methodology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, vol. 4, p.52-57, 2009.
- PINHEIRO, M. G. et al. Ambiente computacional para ensino de radiologia e diagnóstico por imagem: uma proposta para arquivo didático. *Journal of Health Informatics*, v.1, p.55, 2009.
- RADLEX RSNA. Disponível em: <<http://www.radlex.org/viewer/>>. Acesso em: 15 fev. 2009.
- SCARSBROOK, A.F. et al. Radiological digital teaching file development: an overview. *Clinical Radiology*, vol. 60, issue 8, Aug. 2005, p. 831-83.
- SEMELKA, R. C et al. MRI of focal lesions in normal and chronically diseased liver. In: HO, V. B. ; KRANSDORF, M. J.; REINHOLD, C. (Org.). *Body MRI: Categorical Course Syllabus*. Leesburg, VA: American Roentgen Ray Society, p.11-38, 2006.
- WEINBERGER E.; JAKOBOVITS R.; HALSTED M. MyPACS.net: A web-based teaching file authoring tool. *Am. J. Roentgenol*, Sep. 2002; 179: 579-582.

Para contato com os autores:

Marília Guimarães Pinheiro

mariliapinheiro@gmail.com

Jorge Elias Jr

jejunior@fmrp.usp.br

A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL EM SALA DE AULA E A MUDANÇA NAS ATITUDES DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À MATEMÁTICA

Luiz Gonzaga Xavier de Barros

Doutor em Matemática pelo Instituto de Matemática e Estatística da USP
Docente do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UNIBAN
Docente de graduação da UNISANTA

Marcos Antonio Santos de Jesus

Doutor em Educação Matemática pelo Instituto de Educação da UNICAMP
Docente de graduação da UNISANTA
Docente de graduação do Centro Universitário FEI

Valter Alves Pequeno

Licenciado em Matemática pela UNISANTA

Este artigo é um relato dos resultados obtidos numa pesquisa que teve como objetivo observar possíveis variações na escala de atitudes dos alunos em relação à Matemática, comparando resultados obtidos antes e depois da utilização de um software educacional em sala de aula. Além disso, procurou-se identificar qual é o interesse dos alunos pelas aulas que utilizam softwares como ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem de Matemática. A pesquisa foi desenvolvida com 93 alunos com idades entre 14 e 17 anos da 1ª série do Ensino Médio do período matutino de uma escola da rede pública de ensino numa área de nível socioeconômico médio da cidade de São Vicente, SP. Ela seguiu um modelo quantitativo e explicativo correlacional e não experimental. A coleta de dados foi feita por meio de um questionário com questões fechadas sobre o interesse dos alunos por aulas que utilizem recursos tecnológicos, e as possíveis mudanças na atitude foram medidas utilizando a escala de atitudes em relação à Matemática adaptada e validada por Brito (1998). Os resultados obtidos permitem afirmar que, após uma intervenção com a utilização do software educacional Winplot, houve modificações nas atitudes dos alunos em relação à Matemática, indicando que a introdução de atividades envolvendo softwares educacionais durante as aulas de Matemática pode melhorar a atitude dos alunos em relação à Matemática.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem de Matemática. Atitudes. Escala de atitudes. Tecnologia educacional. Softwares educacionais.

This paper is a report of the results obtained in a research whose aim was to observe possible changes in students' attitude scale in relation to Mathematics, comparing results obtained before and after the use of an educational software in classroom. It was also a research goal to identify which was the student interest in Mathematics classes in which a software was used as a facilitator tool to the process of teaching and learning. The research was developed with 93 students which were between 14 and 17 years old and studied in the 1st. year of a public high school in a medium socioeconomic area of São Vicente, SP, during the morning period. The research was made in a non-experimental correlational explicative quantitative model. Data was collected through a questionnaire with closed questions about the students' interest in classes in which technological resources were used. The possible changes in the attitude were measured using an attitude scale in relation to Mathematics which was adapted and validated by Brito (1998). The results obtained allow us to claim that after an intervention with the use of the educational software Winplot there were changes in the students' attitudes in relation to Mathematics, signaling that the introduction of activities with educational software support in Mathematics classes can improve the students' attitude towards Mathematics.

Keywords: Teaching and learning of Mathematics. Attitudes. Attitude scale. Educational technology. Educational software.

1 INTRODUÇÃO

A educação é base fundamental de um processo de desenvolvimento no mundo globalizado de hoje. As formas de ensinar sofreram algumas alterações curriculares, didáticas e metodológicas. O espaço global produz o mercado e as tecnologias regulam as relações entre os povos e as características de uma sociedade. Ao invés de memorizar informação, é mais interessante estimular os estudantes a buscarem e a usarem a informação. Essas mudanças podem ser introduzidas com a presença do computador que deve propiciar as condições para os estudantes exercitarem a capacidade de procurar e selecionar informação, resolver problemas e aprender de forma independente. O professor deve deixar de ser o repassador do conhecimento, já que o computador pode fazer isso e o faz muito mais eficientemente do que o professor, e passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno.

2 RECURSOS TECNOLÓGICOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Nos dias atuais, é importante estudar as relações entre informação, aprendizagem e conhecimento. Cada vez mais se dissemina a informação na rede informatizada, mas a disponibilização em meio eletrônico ou não, por si só, não assegura o processo de aprendizagem no sujeito. Dessa forma, no processo de construção de conhecimento, sempre que se estabelece uma relação com a informação, desenvolver-se-á um método cognitivo que envolve aprendizagem e construção do saber.

Valente (1993), citado por Morelatti & Souza (2006), identificou duas abordagens distintas de uso do computador na Educação: a instrucionista e a construcionista. Na primeira abordagem, o computador muda muito pouco a prática pedagógica do professor, enquanto que, na segunda, o conhecimento do aluno é construído por meio do computador.

A era da informação requer profunda revisão do sistema educativo, pois sua ocupação é formar as novas gerações, respeitando a sua natureza e tendo consciência de suas necessidades, e as instituições de ensino não podem ignorar isso.

O professor deve estar apto a mudanças, principalmente em relação à sua nova postura de facilitador e coordenador do processo de ensino-aprendizagem; também é preciso aprender a aprender, lidar com as rápidas mudanças, ser dinâmico e flexível.

No Brasil, as Secretarias Estaduais de Educação têm oferecido cursos de capacitação de docentes, buscando atender à proposta expressa nos Parâmetros Curriculares Nacionais, objetivando o preparo dos professores para a utilização da tecnologia em sala de aula, inclusive o uso da calculadora. Entretanto, pouco, ou quase nada, tem sido feito nos cursos de Licenciatura de Matemática para que esses novos professores saibam lidar com a tecnologia na sala de aula. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998):

A utilização de recursos como o computador e a calculadora pode contribuir para que o processo de ensino e aprendizagem de Matemática torne-se uma atividade experimental mais rica, sem riscos de impedir o desenvolvimento do pensamento, desde que os alunos sejam encorajados a desenvolver seus processos metacognitivos e sua capacidade crítica; e o professor veja reconhecido e valorizado o papel fundamental que só ele pode desempenhar na criação, condução e aperfeiçoamento das situações de aprendizagem. (BRASIL, 1998, p.45).

O *software* utilizado na pesquisa foi o Winplot, desenvolvido pelo professor Richard Parris da Phillips Exeter Academy, na sua versão em português feita pelo professor Adelmo Ribeiro de Jesus da Universidade Federal da Bahia. O Winplot é um programa gráfico que permite o traçado e a animação de gráficos em 2D e em 3D, através de diversos tipos de equações apresentadas nas suas diferentes representações, sejam explícitas,

implícitas ou paramétricas. Optou-se por esse *software* porque o Winplot é um *software* de fácil instalação, *freeware* e pequeno, que não exige grande infraestrutura tecnológica.

Segundo Batista (2004), o Winplot tem como pontos positivos: contribuir para o desenvolvimento da capacidade de observação e do senso crítico; possibilitar a associação de ideias e contribuir para evitar simples memorizações.

3 ATITUDES EM RELAÇÃO À MATEMÁTICA

De acordo com Gonzalez (2002), o termo atitude é derivado da palavra latina “*aptus*” que, inicialmente, significava “*aptidão*” ou “*adaptação*” no sentido de aptidão física. Com o decorrer do tempo, esse conceito foi ampliado para uma preparação mental para a ação. Na presente pesquisa optou-se pela definição de Brito (1996):

...uma disposição pessoal, idiossincrática, presente em todos os indivíduos, dirigida a objetos, eventos, ou pessoas, que assume diferente direção e intensidade de acordo com as experiências do indivíduo. (BRITO, 1996, p.11).

Pesquisas desenvolvidas por Ardiles (2007), Jesus (1999 e 2005) e Gonzalez (2002) apontaram a importância de se compreenderem as relações entre a atitude e a matemática. Os citados pesquisadores ressaltaram a importância da introdução de novos programas com a finalidade de promover uma mudança positiva das atitudes em relação à matemática, tanto por parte dos professores, como dos alunos, pois as atitudes dos professores podem influenciar as dos alunos. Também as citadas pesquisas indicaram que o nível de desempenho do aluno pode ser relacionado à atitude positiva de tal educando em relação à matemática e, ainda que o aluno com atitude positiva não apresente um alto nível de desempenho, este será melhor do que aquele obtido pelo aluno que apresentou atitude negativa.

A sociedade, em geral, acaba associando as atitudes das pessoas ao seu comportamento. É claro que existe relação entre as atitudes e o comportamento do sujeito, porém atitudes e comportamento não são sinônimos e não pertencem ao mesmo fenômeno.

As atitudes podem ser modificadas ou deixar de existir devido a vários fatores, tais como: observação, imitação, reflexão, avaliação e outras. Um professor pode ensinar atitudes ou modificá-las (JESUS, 2005).

O presente estudo foi desenvolvido, considerando a posição dos estudos (Jesus, 1995 e 2005) sobre a possibilidade da modificação das atitudes dos alunos:

Educadores que pretendem modificar as atitudes de seus alunos devem considerar que há muitos fatores para isto ocorrer. Dentro do ambiente escolar, as atitudes de um determinado aluno podem ser diferentes conforme o momento e o espaço físico. Um certo aluno que apresente atitude positiva em relação à matemática poderá apresentar tendência à atitude negativa em relação à outra disciplina qualquer, ou até mesmo à matemática, num outro momento. Porém, cabe a cada um dos educadores envolvidos nesse processo de ensino-aprendizagem intervir com técnicas adequadas, visando que seus alunos melhorem as atitudes em relação à disciplina ministrada por ele. (JESUS, 2005).

4 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A proposta deste estudo foi promover a análise e discussão sobre o uso da tecnologia como recurso de ensino matemático, trabalhando especificamente com o *software* Winplot na construção conceitual das funções afim e quadrática. Esta pesquisa, apesar de não ser experimental, por não existir grupo de controle experimental, teve uma fase de intervenção em um único grupo. Dessa forma a pesquisa segue um modelo quantitativo e explicativo correlacional e não experimental.

Os sujeitos envolvidos neste estudo foram 93 alunos, dos quais 41 (44,1%) são do

gênero masculino, enquanto que 52 (55,9%) são do gênero feminino. De acordo com os resultados encontrados através do teste de qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}=0,301$ e $p=0,254$), observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre as quantidades de sujeitos do gênero masculino e feminino.

Os objetivos da presente pesquisa foram:

1. Verificar se existe diferença de pontuação na escala de atitudes em relação à matemática, quando comparados os resultados antes e depois da intervenção com a utilização do *software* Winplot;
2. Verificar se existe diferença de pontuação na escala de atitudes em relação à matemática, quando comparados os gêneros dos sujeitos;
3. Verificar se existe interesse dos alunos pelas aulas que utilizam *softwares* como ferramentas facilitadoras do processo ensino e aprendizagem de matemática.

As variáveis de controle do estudo foram:

1. Nível de escolaridade: ser aluno regularmente matriculado na 1ª série do Ensino Médio, no período diurno e no ano de 2008;
2. Setor de educação: escola de ensino público estadual;
3. Idade: estar com idade compreendida entre 14 e 17 anos;
4. Gênero: separado em categorias, masculino e feminino.

A variável de interesse do estudo foi:

Pontuação na Escala de Atitude: essa variável foi analisada quantitativamente por meio de uma escala do tipo Likert, adaptada e validada por Brito (1998). Diz respeito ao valor da pontuação obtida na escala de atitudes em relação à matemática e admite valores de 20 a 80 pontos.

Para análise de dados, foram aplicados os instrumentos em duas etapas em três classes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual de São Vicente (São Paulo). A primeira etapa ocorreu na primeira semana do mês de setembro de 2008. Foi aplicado o

instrumento “Escala de atitudes em relação à matemática”, em 93 sujeitos nas salas de aulas do próprio estabelecimento de ensino.

A segunda etapa ocorreu na terceira semana do mês de setembro de 2008. Foram aplicados os instrumentos “Escala de atitudes em relação à matemática” e um questionário contendo 5 perguntas com respostas fechadas sobre a utilização de computadores e de *softwares* educacionais. Para esta etapa, foram destinadas aproximadamente 2 horas em cada classe, sendo 1 hora e 30 minutos para as intervenções com o uso do computador e o *software* Winplot nas resoluções das atividades propostas, e 30 minutos para a aplicação da “Escala de atitudes em relação à matemática” e o questionário citado acima.

Foram utilizados os seguintes materiais na pesquisa: escala de atitudes em relação à matemática (BRITO, 1998), questionário sobre o uso do computador para se estudar matemática ou outras disciplinas, atividade proposta para a intervenção (ver anexo) e o *software* Winplot.

O questionário aplicado na referida pesquisa contém cinco questões com respostas fechadas, ou seja, com respostas “sim” ou “não”, sobre a utilização do uso do computador e do *software* Winplot nas aulas de matemática ou em outras disciplinas. O citado questionário teve como objetivo verificar se a introdução do computador era bem vista pelos alunos.

O nível de significância adotado foi:

De acordo com Witter (1996), citado por Jesus (2005), ao se determinar o nível de significância numa pesquisa, deve-se levar em consideração também os pontos fracos da pesquisa, como, por exemplo, o controle de variáveis, confiabilidade e fidedignidade dos instrumentos de medidas e as consequências da tomada de decisões. Todavia, ao desenvolver-se uma pesquisa, cujos sujeitos estão em sala de aula, o pesquisador pode ser mais flexível na escolha do nível de significância α (alfa). Baseando-se nessas considerações, para o atual estudo, foi escolhido como nível de significância $\alpha = 0,050$, ou seja, foi estabelecido $p < 0,050$ para parâmetro como tomada de decisões nas análises estatísticas apresentadas nesta pesquisa.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Análise emparelhada na pontuação dos sujeitos na escala de atitudes

De acordo com as Tabelas 1 e 2, observa-se que a pontuação na escala de atitudes no pós-teste foi superior à pontuação na escala no pré-teste. Observa-se também nas mesmas tabelas que a diferença entre as médias do pré e pós-teste foi igual a 1,742 com desvio padrão igual a 3,432. Essa diferença encontrada é estatisticamente significativa ($p = 0,000$, ou seja, $p < 0,05$). Dessa forma, pode-se dizer que as atitudes dos alunos sofreram modificações, após a intervenção com o computador e o uso do *software* Winplot, indicando que a introdução do computador durante as aulas de matemática melhorou a atitude dos alunos em relação à matemática.

5.2 Atitudes dos sujeitos em relação ao gênero no pré-teste

Diferença de média = 1,621.

Teste de Levene para igualdade de variâncias: $F = 0,138$ $p = 0,711$.

A Tabela 3 mostra que as atitudes em relação à matemática dos alunos do gênero masculino parecem mais favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem de matemática quando comparadas com as atitudes dos alunos do gênero feminino, pois a média da pontuação na escala de atitudes do gênero masculino foi superior ao do gênero feminino. Através do teste de Levene para diferença de médias, constatou-se, conforme resultados apresentados na Tabela 4, que a diferença entre as médias não é estatisticamente significativa ($p = 0,537$), que é maior que o nível de significância adotado neste estudo ($p > 0,05$). Dessa forma, conclui-se que a diferença de médias de pontuação na escala de atitudes entre o gênero, no pré-teste, não foi significativa.

Os resultados encontrados na presente pesquisa estão de acordo com os resultados apresentados no estudo desenvolvido com 96 sujeitos (TRINDADE, 2004) e observou-se que não existiu diferença significativa entre as pontuações médias na escala de atitude em relação ao gênero. Ou seja, não há diferença significativa entre o gênero masculino e o feminino.

Tabela 1: Pontuação na escala de atitudes de amostras emparelhadas.

Teste	Nº de Pares	Média	Desvio Padrão	Correlação	p-valor
Pré-teste	93	49,48	12,482	0,962	0,000
Pós-teste		51,23	12,523		

Tabela 2: Resultado do teste T-Student de amostras emparelhadas.

Média de diferença	Desvio padrão	t-valor	Graus de liberdade	Probabilidade P
1,742	3,432	-4,894	92	0,000

Tabela 3: Distribuição de médias de pontuação na escala de atitudes do pré-teste em relação ao gênero.

Gênero	Nº de Alunos	Média	Desvio Padrão
Masculino	41	50,39	13,113
Feminino	52	48,77	12,042

Tabela 4: T-Teste para igualdade de médias da pontuação dos sujeitos na escala de atitudes no pré-teste em relação ao gênero.

Variância	t-valor	Graus de liberdade	Probabilidade P
igual	0,62	91	0,537

A pesquisa de Jesus (2005) apresentou resultados contrários aos encontrados na presente pesquisa. Na referida pesquisa, a pontuação dos sujeitos, na escala de atitudes em relação ao gênero na primeira fase de testes, mostrou que o gênero masculino apresentou uma atitude mais favorável ao processo de ensino-aprendizagem de Matemática do que o gênero feminino ($p = 0,019$).

5.3 As atitudes dos sujeitos no pós-teste em relação ao gênero

Tabela 5: Distribuição de médias de pontuação na escala de atitudes do pós-teste em relação ao gênero.

Gênero	Nº de Alunos	Média	Desvio Padrão
Masculino	41	51,80	13,288
Feminino	52	50,77	11,998

Diferença de média = 1,036.

Teste de Levene para igualdade de variâncias: $F=1,055$ $p = 0,307$.

5.4 Análise das respostas referentes às perguntas do questionário

Observou-se que 78 alunos (83,9%) disseram sim frente à pergunta “Durante essas aulas você acha que aprendeu melhor o estudo das funções?”, enquanto que apenas 15 alunos (16,1%) disseram não ter aprendido com mais facilidade usando os computadores. De acordo com os resultados encontrados no teste de qui-quadrado, ($\chi^2_{(1)}=42,677$ e $p=0,000$), observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre as quantidades de sujeitos

que disseram sim para a pergunta, quando comparados aos sujeitos que disseram não.

Tabela 6: T-Teste para igualdade de médias da pontuação dos sujeitos na escala de atitudes no pós-teste em relação ao gênero.

Variância	t-valor	Graus de liberdade	Probabilidade P
igual	0,394	91	0,694

Conforme os resultados apresentados na Tabela 5, nota-se que as atitudes dos alunos do gênero masculino continuaram parecendo mais favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem de matemática quando comparadas às atitudes dos alunos do gênero feminino. Porém, após realizado o teste de Levene para diferença de médias, constatou-se, conforme resultados apresentados na Tabela 6, que a diferença entre as médias continuava não estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Dessa forma, conclui-se que a diferença de médias de pontuação na escala de atitudes entre o gênero, no pós-teste, continuou não significativa, indo ao encontro da segunda fase da pesquisa de Jesus (2005) que, mesmo obtendo uma superior média de pontuação na escala de atitude do gênero masculino, revelou que as diferenças de médias não foram significativas ($p > 0,05$).

Também se observou que 85 alunos (91,4%) disseram sim à pergunta “Você gostou de utilizar o computador para estudar Matemática?”, enquanto que apenas 8 alunos (8,6%) disseram não ter gostado de utilizar o computador. De acordo com os resultados encontrados no teste de qui-quadrado ($\chi^2_{(1)}=63,753$ e $p=0,000$), observa-se que houve diferença significativa entre as quantidades de sujeitos que disseram sim para a pergunta.

Observou-se que 72 alunos (77,4%) disseram sim à pergunta “Você gostaria de estudar outros conceitos matemáticos no Winplot?”, enquanto que apenas 21 alunos (22,6%) disseram que não gostariam. Para verificar se houve diferença de frequências entre as respostas apresentadas pelos sujeitos, foi aplicado o teste de qui-quadrado. De acordo com os resultados encontrados no teste ($\chi^2_{(1)} = 27,968$ e $p = 0,000$), observa-se

que houve diferença significativa entre as quantidades de sujeitos que disseram sim para a pergunta, quando comparados aos sujeitos que disseram não.

Observou-se que 69 alunos (77,2%) disseram sim à pergunta “Você gostaria de ter acesso a outros *softwares* para estudar conteúdos matemáticos?”, enquanto que apenas 24 alunos (22,8%) disseram que não gostariam. Para verificar se houve diferença de frequências entre as respostas apresentadas pelos sujeitos, foi aplicado o teste de qui-quadrado. De acordo com os resultados encontrados no teste ($\chi^2_{(1)} = 21,774$ e $p = 0,000$), observa-se que houve diferença significativa entre as quantidades de sujeitos que disseram sim para a pergunta, quando comparados aos sujeitos que disseram não.

Observou-se que 83 alunos (89,2%) disseram sim à pergunta “Você gostaria de utilizar o computador em outras disciplinas?”, enquanto que apenas 10 alunos (10,8%) disseram que não gostariam. Para verificar se houve diferença de frequências entre as respostas apresentadas pelos sujeitos, foi aplicado o teste de qui-quadrado. De acordo com os resultados encontrados no teste ($\chi^2_{(1)} = 57,301$ e $p = 0,000$), observa-se que houve diferença significativa entre as quantidades de sujeitos que disseram sim para a pergunta, quando comparados aos sujeitos que disseram não.

6 CONCLUSÕES

Conforme as análises apresentadas, pode-se concluir que o uso do computador na sala de aula é bem aceito pelos alunos.

Quanto aos gêneros, nota-se que as atitudes dos meninos pareciam mais favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem de matemática quando comparadas às atitudes das meninas. Porém, constatou-se, conforme resultados apresentados anteriormente, que a diferença entre as médias não era estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Dessa forma, conclui-se que a diferença de médias de pontuação na escala de atitudes entre o gênero, após as intervenções, continuou

não significativa. Esse resultado pode ser relacionado ao resultado da segunda fase do estudo da pesquisa de Jesus (2005) que, mesmo obtendo uma superior média de pontuação na escala de atitude do gênero masculino, revelou que as diferenças de médias não foram significativas ($p > 0,05$). Assim não pudemos confirmar uma predominância de gênero em relação ao problema de atitude em relação à Matemática.

Jesus (2005) comenta que as atitudes devem ser consideradas como um fator importante, capaz talvez de influenciar o desempenho de alunos. No momento em que as atitudes de um aluno com relação a um conteúdo escolar são favoráveis, eles poderão estar altamente motivados para aprender. Além disso, eles podem investir esforços mais intensos e mais concentrados durante o processo de ensino-aprendizagem. Mas, quando as atitudes são desfavoráveis, é possível que esses fatores venham a operar na direção oposta.

REFERÊNCIAS

- ARDILES, R. N. *Um estudo sobre as concepções, crenças e atitudes dos professores em relação à matemática*. Dissertação (Mestrado). Campinas: UNICAMP, 2007.
- BATISTA, S. C. F. *Softmat: um repositório de software para matemática do ensino médio - um instrumento em prol de posturas mais conscientes na seleção de software educacionais*. Dissertação (Mestrado). Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2004.
- BOVO, V. G. O uso do computador na Educação de Jovens e Adultos. *Revista PEC*. v.2, n.1, p.105-112, 2001. Disponível em: <http://www.bomjesus.br/publicacoes/pdf/revista_PEC/o_uso_do_computador_na.pdf>. Acesso em: dez. 2008.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Matemática*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRITO, M. R. F. Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à matemática. *Zetetiké*. vol. 9, n.6 , p.109–162. 1998.

BRITO, M. R. F. *Um estudo sobre as atitudes em relação à matemática em estudantes de 1º e 2º graus*. Tese (Livre Docência). Campinas: UNICAMP, 1996.

GONÇALEZ, N. *Atitudes dos alunos do curso de pedagogia com relação à disciplina de estatística no laboratório de informática*. Tese (Doutorado). Campinas: UNICAMP, 2002.

JESUS, M. A. S. *As atitudes e o desempenho em operações aritméticas do ponto de vista da aprendizagem significativa*. Tese (Doutorado). Campinas: UNICAMP, 2005.

JESUS, M. A. S. *Jogos na educação matemática: análise de uma proposta para a 5ª série do Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado). Campinas: UNICAMP, 1999.

MORELATTI, M. R. M.; SOUZA, L. H. G. Aprendizagem de conceitos geométricos pelo futuro professor das séries iniciais do Ensino Fundamental e as novas tecnologias. *Educar em Revista*, dez. 2006, n.28, p.263-275. Disponível em: <<http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/>>. Acesso em: mar. 2008.

OLIVEIRA, J. C. G. *A visão dos professores de matemática do estado do Paraná em relação ao uso da calculadora nas aulas de Matemática*. Dissertação (Mestrado). Campinas: UNICAMP, 1999.

VALENTE, J. A. (org.) *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

Para contatos com os autores:

Luiz Gonzaga Xavier de Barros

luiz.barros@uniban.br

lgxbarros@hotmail.com

Marcos Antonio Santos de Jesus

premjesus@fei.edu.br

jesusmar@litoral.com.br

Valter Alves Pequeno

valter.pequeno@unisanta.br

SINTAXE POÉTICA DE *OS TRABALHOS E OS DIAS*¹

Raul de Souza Püschel

Doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Neste trabalho, será discutida a importância de Hesíodo como um dos fundadores da poética ocidental, particularmente em relação ao texto Os trabalhos e os dias. Além disso, será discutida a leitura que Vernant fez da obra, bem como a correlação entre a analogia e a articulação do poema.

Palavras-chave: Hesíodo. Os trabalhos e os dias. Analogia. Sintaxe poética. Coerência e coesão.

In this paper, the importance of Hesiod, as one of the founders of western poetry, is analyzed, particularly in relation to the book Works and days. Furthermore, Vernant's reading of the book as well as the correlation between the analogy and the articulation of the poem is discussed.

Keywords: Hesiod. Works and days. Analogy. Poetic syntax. Coherence and cohesion.

Hesíodo, poeta grego que provavelmente viveu em torno do século VIII ou VII a.C., deve ter nascido em Ascra, na Beócia.

Neste mar de dúvidas, foram-lhe atribuídas diversas obras. Contudo, a rigor, julgando prós e contras, parecem-lhe sobrar como de autoria própria os poemas *Os trabalhos e os dias*, *Teogonia* e os cinquenta e seis primeiros versos de *O escudo*².

Já na antiguidade, muitos autores submetiam ao crivo de autenticidade vários textos de Hesíodo. Pausânias, seu conterrâneo tardio, chegou a afirmar que no Vale das Musas apenas *Os trabalhos e os dias* e não eram considerados apócrifos.

No entanto, são mais consistentes e mais numerosas as opiniões acerca da autoria também de *Teogonia* e do referido trecho de *O escudo*. Ajudaria, para tanto, como o fizeram Paul Mazon e Robert Aubreton, considerar as semelhanças estilísticas entre tais poemas, principalmente em relação ao livro *Teogonia*, bem como perceber que o nome de Hesíodo aparece no corpo do próprio texto.

Além do mais, considerando este último e *Os trabalhos*, notamos que há uma relação, por que não dizer, de até alguma continuidade. Na *Teogonia*, fala-se sobre a origem dos

deuses. É um texto que segue a tradição oriental de mostrar a criação do universo e ordem cronológica-hierárquica dos deuses e os outros elementos do cosmo, inclusive o homem. Enquanto isso, *Os trabalhos* privilegiam o humano com seus afazeres. Os elos são exatamente Prometeu e Pandora.

Assim, se delimitarmos o domínio das duas obras centrais de Hesíodo, ver-se-á que cada uma trata de dado aspecto específico: o divino em uma; o humano, em outra. Contudo, há o ponto de engaste justamente no episódio de Prometeu que rouba o fogo de Zeus, o que implica o surgimento de Pandora, a trazer os males à humanidade.

1 ENREDO DE *OS TRABALHOS E OS DIAS*

Hesíodo, que se mostra um poeta inspirado e que pretende falar verdades do mundo e das coisas (versos de 26 a 28 de *Teogonia*), invoca as Musas da Piéria para que ele possa contar essas mesmas verdades a Perses, seu irmão, que depois de levar a melhor sobre o poeta em uma disputa judicial, na partilha dos bens do pai, agora, empobrecido, volta a mover-se contra Hesíodo.

O verso 11 abre o segundo bloco da obra. Lá é dito que há duas lutas: uma boa e outra má; uma que é benéfica e leva o homem a querer executar o que de bom fazem os demais e outra que é maléfica, pois só se interessa por disparates e discursos, não pelo trabalho e pela reta justiça.

O terceiro bloco traz-nos o “Mito de Prometeu e Pandora”. Esta é uma das quatro versões que a antiguidade conheceu do mito de Prometeu. As outras três aparecem em *Teogonia*, também de Hesíodo, no *Prometeu acorrentado*, de Ésquilo, e no *Protágoras*, de Platão³.

Aqui, nos *Trabalhos*, “Prometeu de curvo-tramar” (verso 48) rouba o fogo de Zeus para dar aos homens mortais. Em retribuição, Zeus envia a Epimeteu, irmão de Prometeu, Pandora. Ou seja, a primeira mulher, que foi recebida por Epimeteu que, descuidado, não se lembrou dos avisos do irmão para não aceitar presentes de Zeus.

Em seguida, temos o importante mito de “As cinco raças”, em que o poeta mostra como são os homens das raças de ouro, de prata, de bronze, de ferro e, entre estas duas últimas, a raça dos heróis.

Terminado o relato das cinco raças, conta a fábula do gavião e do rouxinol, para ilustrar o conceito que tinha acerca da Justiça, no episódio homônimo.

É, a partir do verso 286, que começa a fazer considerações sobre o trabalho. Particulariza seu relato, com “Os trabalhos dos campos”, dando vários conselhos agrícolas.

No verso 618, começa “A navegação”, trecho em que surgem, desta feita, conselhos de ordem naval.

Ainda, com o verso 695, o tom conselheiro (gnômico) do poeta mostra-se expressivo com os chamados “Conselhos diversos”, para apresentar preceitos de ordem moral e também de ordem religiosa. Fala-se desde a escolha da esposa até as formas que existem para não se ofender os amigos e os deuses.

Com o verso 765, inicia-se o bloco final da obra, com “Os dias”, que trata das datas mais propícias para as diversas atividades dos homens no campo e que serve como termo

correlativo para o título da obra. Ao lado do “Trabalho” (verso 286 e seguintes), surgem agora “Os dias”.

2 UM ENSAIO DE VERNANT

Segundo Robert Aubreton, os blocos que compõem a narrativa podem ser reagrupados em três subconjuntos. O primeiro vai do verso 1 ao 285; o segundo, do verso 286 ao 694; o último, do verso 695 ao final.

O que caracteriza a primeira parte é a correlação da necessidade do trabalho e da justiça; a segunda tem início quando se começa a falar do trabalho de modo específico e é aí que são oferecidos conselhos agrícolas e marítimos; a terceira apresenta conselhos morais e religiosos. (AUBRETON, 1956, p. 25-26).

Todavia, apesar da justeza dessas observações, podemos considerá-las ainda pouco reveladoras.

Um salto à frente é dado com o sistema estabelecido por Vernant em seu artigo “O mito hesiódico das raças. Ensaio de análise estrutural”, que posteriormente suscitou duas trélicas do autor a terceiros. (VERNANT, 1990).

Sem almejar trabalhar com todo o poema, Vernant, ao estudar “O mito hesiódico das raças”, traz-nos dados que valem para todo o conjunto da narrativa.

Para tanto, aproveita-se de um esquema tripartido de Dumézil e concilia, no mito das idades, a gênese (pelo simbolismo dos metais e pelo declínio da humanidade) com a divisão estrutural do mundo arcaico. Consegue, assim, justificar a presença do mito dos heróis, de acordo com uma vigorosa lógica narrativa interna.

São estabelecidos três planos básicos que corresponderiam ao que Dumézil chamou de estrutura do pensamento religioso dos indo-europeus. De acordo com tal estrutura, revisitada por Vernant, haveria o plano do soberano, o do guerreiro e o do agricultor.

O plano do soberano corresponde ao par raça de ouro e de prata; o plano do guerreiro, ao par raça de bronze e dos heróis; o plano do agricultor, à ambígua raça dos homens de ferro.

O dispositivo usado por Vernant é o mecanismo “Dike-Hybris” (a *grosso modo*, Justiça e Desmedida). A tensão deste par traz a polaridade e, concomitantemente, uma perspectiva dicotômica. Isto é o suficiente para termos uma análise estrutural bem fundamentada.

Em cada par predominará *dike* ou *hybris*. No primeiro, a topicalização dar-se-á em *dike*; no segundo, há uma inversão; no terceiro, a ambiguidade.

A diferença intraplano far-se-á de acordo com uma básica disimetria, pois, no primeiro plano, há predominância de *dike*, inversamente ao que ocorre no segundo plano.

Assim, temos no primeiro plano o par *ouro-prata*, sendo que no seio deste predomina a força da *dike*, principalmente no que tange aos homens da raça de ouro, que viviam como deuses, sem sentirem penúrias e cuja morte mais parecia um doce sono.

Completando o par, surge a raça de prata, inferior à primeira, mas de longa adolescência. Quando atingiam o seu limiar, por volta dos cem anos, louca *hybris* tomava os representantes de tal raça.

Contudo, este par, criação de Cronos, permanece como composto por *daimones*. Os antigos homens da raça de ouro, como gênios ctônios e os da raça de prata, como gênios hipocônios. Ou seja, uns, depois de mortos, vigiariam as obras dos mortais sobre a terra e seriam ctônios. Os outros ficariam *sob* a terra e seriam chamados hipocônios (hipo + ctônios).

No segundo plano, tem-se, como já se disse, o par *bronze-heróis*. Há o domínio da *hybris* agora, no conjunto, pois ambos representam guerreiros. Só que a sinalização se inverte. Enquanto no par anterior tínhamos 1) ouro (+) e 2) prata (-), agora surgem: 1) bronze (-) e 2) heróis (+).

Tanto os homens da raça de bronze, quanto os da raça dos heróis, já nasceram maduros e maduros morrerão, em pleno combate. A diferença, no entanto, dá-se pelo fato de os heróis serem guerreiros justos que, em vários casos, serão reverenciados pelos homens da raça de ferro. Enquanto isto, a

raça de bronze representa em toda plenitude o domínio da força bruta e do terror.

O processo de crescente decadência das raças que parece presente quando se vai da de ouro para a de prata e, desta, para a de bronze, parece esfacelar-se. Todavia, o conjunto mostra-se sólido quando percebemos que, na dimensão do que estamos chamando de segundo plano, a raça dos heróis é o complemento – tendendo mais para o polo da *dike* – da raça de bronze.

Enfim, a quinta raça, era à qual Hesíodo já pertencia, traz não dois polos definidos, mas juntos os dois em um “mundo humano ambíguo, definido pela coexistência dos seus contrários; neles, todo bem tem o seu mal em contrapartida – o homem implica a mulher; o nascimento, a morte; a juventude, a velhice; a abundância, a fadiga; a felicidade, a desgraça”. (VERNANT, 1990, p. 31).

Labuta, penas, angústias, desgastes e envelhecimento estarão no horizonte da quinta raça. Contudo ainda Respeito e Retribuição acompanham o homem desta raça. Entrementes, quando, por sua vez, for destruída por Zeus, criador de todas as raças, a partir da terceira, surgirá uma raça em que pai e filhos, companheiros e irmãos não mostrarão nenhuma espécie de solidariedade. A crueldade será marcante. E, para os mortais, nem mesmo a companhia de Respeito e Retribuição restará.

3 COERÊNCIA E COESÃO NA NARRATIVA HESIÓDICA

O capítulo anterior mostrou-nos que Vernant, valendo-se de um mecanismo estrutural sobre o mito das idades, conseguiu conciliar a divisão estrutural das raças com a gênese da humanidade.

As raças obedecem não a uma sequência temporal contínua, com o seu respectivo declínio, mas antes a uma relação de oposição e de complementaridade.

Desta forma, ficam mais claros os versos 173 e 174, que iniciam a descrição da raça de ferro:

*antes não estivesse entre os homens
da quinta raça,
mais cedo morrido ou nascido depois.*

Se tivesse nascido antes, poderia ter sido gerado em raças melhores. Tendo morrido antes, evitaria o constante labutar e o duro penar de uma época, vivendo dentro da qual Hesíodo já podia profetizar o aparecimento da próxima, prenhe de dissemelhança e de insopitalidade.

Privilegia, portanto, a circularidade como esquema organizacional, sob uma óptica da tensão *dike-hybris*. E, assim, a discrepante raça dos heróis – provável intercalação em uma base mítico-narrativa mais antiga – passa a ocupar um lugar perfeitamente adequado.

Mas a polarização entrevista por Vernant resolveria algo mais do que este problema. O texto como conjunto pode ser pensado a partir das correspondências trabalho/justiça versus ócio/injustiça.

Aliás, é dentro deste quadro agonístico que vemos surgir particularidades textuais. Deste modo, há a *éris* (luta) boa versus a *éris* má. Aqui *éris*, que era uma só na *Teogonia*, é transformada em duas. A primeira tem “raízes da terra e para homens ela é melhor” (verso 20), pois “despertaria até indolente para o trabalho” (verso 21); junta o trabalho e a luz do dia; a sementeira e o desejo matinal de trabalhar. A segunda, ao contrário, “(...) é guerra má e o combate amplia, funesta! (...)” (versos 14 e 15).

Também Pandora é oferecida por Deus aos homens não por intermediação direta de Prometeu, pois este já tem em seu nome, “pro” (antecipação) + “métis” (compreensão), porém por intermediação do irmão, de nome Epimeteu, que compreende com atraso (“epi” = depois; em torno de). E Pandora, em si, com todos os dons (eis o étimo), é a presença da dissimulação. É o duplo que tem a caixa dos males e a aparência do bem.

Pandora é já em si ambiguidade, pois é talhada com água e terra, trazendo prazer mais fadiga. E, como primeira mulher, é original, mas, como segunda em relação ao homem, é cópia. São ainda ambíguas em

Pandora a fala que instaura. Já não é possível uma comunicação direta com o muno divino. Traz, então, comunicação mais dissimulação. E encerra, no jarro não os grãos esperados, mas sim os males, de fato.

Com Pandora, surge também o corte, o sexo⁴, a duplicidade do semear a terra e do semear a mulher; do solo que gera e dos humanos que procriam.

A raiz da ambiguidade revela-se no *dom* que permanece no jarro: “élpis”. Termo este traduzido e conhecido pela tradição como esperança, mas, na verdade, segundo Mary Lafer (HESÍODO, 1990, p. 61), é antes *expectação*, dado que não é possível saber se este é temor ou esperança; bem ou mal.

A fábula que se seguirá a este episódio apresentará de modo figurado a importância da justiça, a fim de que Perses a escute, esquecendo-se do excesso, da desmedida, da *hybris*.

Sem contar a saída encontrada por Vernant para enquadrar a raça dos heróis, podemos notar não só os procedimentos estilísticos-narrativos usados por Hesíodo para prender os ouvintes de seu meio, sem parecer que defende apenas uma querela pessoal, como também os nexos de coerência e coesão textuais, que tornam o texto imbricável, sob a razão do mito e da narrativa literária, ou seja, a analogia.

Fragmento da “presença do passado”, para usar uma expressão que é cara a Eudoro de Souza (1981), o mito pode melhor aparecer – não como um recorte de uma “presença do presente” que o isola de toda a sua vida orgânica – apenas quando o dimensionamos no que podemos captar – homens instaurados em tempo determinado – sob as leis que o configuram enquanto obra poético-literária, ou seja, as da analogia.

Perceberemos, então, alinhavos narrativos, através de nexos temporais que estabelecem certa unidade textual. Destarte, o mito das raças inicia-se com a seguinte formulação: “Se queres, com outra estória esta encimarei” (verso 106). A raça de prata é introduzida não com os termos “outra”, “estória” e o dêitico-topicalizador “esta encimarei”, mas sim com o temporal “então”.

E, através do texto, mecanismos semelhantes são apresentados, oferecendo, deste modo, coesão textual.

Ao lado dos nexos temporais e dêitico-espaciais, também a repetição serve como elemento de coesão e, para lembrar um comentário de Paul Mazon, esta técnica de retomada faz com que o ouvinte não perca o fio do pensamento. Além do efeito estilístico, era estabelecido um meio de manter o público atento ao que ouvia⁵. E, assim, para melhor garantir a eficácia da recepção de seu texto, presta Hesíodo práticos conselhos agrícolas, tirados da sabedoria popular e formulados de modo proverbial.

No episódio sobre a justiça, os ali trinta mil gênios *ctônios*, do episódio da raça de ouro, reaparecem “sobre a terra multinutriz” (verso 252). E, assim como estas fórmulas guiam o ouvido, o conjunto justiça-trabalho serve como fio condutor conceitual-prático da narrativa. Justiça como conceito da prática do trabalho guarnecido pela boa luta.

Tem-se, então, sob as leis da analogia, uma coerência narrativa. A obra é movida, de certo modo, por aliteraões, adágios, provérbios, repetições de fragmentos e epítetos, alguns já cristalizados em Homero. Assim, vemos, sob uma óptica um tanto mais conceitual, o conjunto justiça-trabalho a estabelecer o itinerário por que perpassa a verdade que Hesíodo tem a proferir para seu irmão Perses, e os conselhos, alguns reais novidades, para os seus colegas agricultores.

4 A IMPORTÂNCIA DE HESÍODO

Conford, em relação a *Teogonia*, demonstra os pontos de contato entre cosmogonia e filosofia milésica. Ou seja, aponta Hesíodo como certo nó das relações entre a produção grega e a produção oriental, de um lado; e das conexões entre esquemas míticos e esquemas racionais, de outro lado – sem, todavia, esquecer as especificidades do mito e da razão.

Também a influência do Hesíodo de *Os trabalhos e os dias* se faz sentir. Na *paideia*

grega como contraponto homérico; no mundo romano como ponto central de contato com poesia bucólica de Virgílio. Também, em termos amplos, Hesíodo inaugura, no Ocidente, a forma de falar em primeira pessoa e oferece uma literatura “engajada” ao meio, à vida, à realidade, sem perder o encanto do mito, da frase sedimentada na concisão.

Além do mais, Hesíodo é para o homem grego o pai de uma novidade, como se vê por este comentário de Aubreton (1956):

Uma fala da língua épica encontra-se colocada ao lado de um termo popular, evidentemente ignorado por Homero, e isso cria uma impressão original: reconhece-se a expressão e, apesar disso, ela é inteiramente nova.

Lado a lado, aparecem para o ouvinte da Beócia o velho e o novo; o estranhamento no antigo tecido da tradição.

Hesíodo é um importante capítulo no palimpsesto que são as marcas deixadas pela literatura em sua história, no recôndito curvo espaço que é o sonho do ato de fingir, mesmo quando este se reveste de um tom sapiencial⁶.

NOTAS

¹ Apesar de o trabalho ter sido escrito originalmente escrito entre o final de 1990 e início de 1991, parece ainda muito vivo, pois permite um trabalho interdisciplinar relevante entre Língua, Literatura e Filosofia.

² O trecho inicial de *O escudo* reaparece também em *Catálogos*, obra que já foi atribuída a Hesíodo.

³ Uma versão moderna, que pressupõe estes quatro pontos cardeais, é o Prometeu de Franz Kafka. In: *A muralha da China*. São Paulo: Nova Época, s/data, p. 118.

⁴ Pietro Pucci diz que o termo “sexo” vem do latim “seco” que significa “cortar”, “separar”. Conforme o comentário de Mary Lafer para a edição da Iluminuras de *Os trabalhos e os dias*. p. 62.

⁵ Comentário de Paul Mazon que acompanha a tradução francesa da obra de Hesíodo. *Théogonie. Les travaux et les jours. Le bouclier*. 1951.

⁶ A tradução utilizada aqui é a que Mary Lafer fez para a edição da Editora Iluminuras. Há nesta edição também substanciais notas e comentários da tradutora, que em muito auxiliaram a composição deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AUBRETON, R. *Introdução a Hesíodo*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. (Boletim 215), 1956.

CONFORD, F. M. *Principium sapientiae*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, s/data.

HESÍODO. *Teogonia*: a origem dos deuses. São Paulo: Massao Ono; Roswitha Kemp, s/data.

HESÍODO. *Théogonie. Les travaux et les jours. Le bouclier*. Paris: Les Belles Lettres, 1951.

HESÍODO. *Os trabalhos e os dias*. São Paulo: Iluminuras, 1990.

JAEFER, W. *Paideia*. São Paulo: Martins Fontes; Editora da UNB, 1989.

KAFKA, F. Prometeu. *A muralha da China*. São Paulo: Nova Época, s/data.

SOUZA, E. *História e mito*. Brasília: Editora da UNB, 1981.

VERNANT, J.-P. *Mito e pensamento entre os gregos*. São Paulo: Paz e Terra, 1990.

VERNANT, J.-P. *As origens do pensamento filosófico grego*. São Paulo: Difel, 1984.

Para contatos com o autor:

puschel@uol.com.br

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE GMDH E REDES NEURAIS APLICADOS NA MONITORAÇÃO DE SENSORES

Elaine Inácio Bueno

Mestre em Tecnologia Nuclear pela USP
Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Bragança Paulista

Iraci Martinez Pereira Gonçalves

Doutora em Tecnologia Nuclear pela USP
Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN-CNEN)

Antonio Teixeira e Silva

Doutor em Engenharia Nuclear – Rheinisch – Westfälischen Technischen Hochschule /Aachen
Pesquisador e Professor Titular do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN-CNEN)

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo entre as metodologias GMDH (Group Method of Data Handling) e Redes Neurais Artificiais (RNAs) aplicados na Monitoração de sensores de um reator experimental. Para tanto, foram desenvolvidos dois modelos de monitoração: um utilizando Redes Neurais e o outro o algoritmo GMDH. Os dois modelos de monitoração utilizaram uma base de dados gerada por um modelo teórico do reator que permite gerar situações que não são possíveis de se obter experimentalmente. Os resultados obtidos mostram que a monitoração usando GMDH apresentou resultados melhores do que os obtidos usando apenas RNAs.

Palavras-chave: Redes neurais artificiais. GMDH. Monitoração. Detecção de falhas.

This paper aims at presenting a comparative study between the methodologies Group Method of Data Handling (GMDH) and Artificial Neural Networks (ANNs) applied to the Sensor Monitoring of an experimental reactor. For this, two monitoring models were developed: one using ANNs and another using GMDH algorithm. Both Monitoring Models used a database generated by a theoretical model of reactor which creates situations which are not possible to obtain experimentally. The results obtained by GMDH monitoring model showed better results than those obtained using only ANNs.

Keywords: Artificial Neural Networks. Group Method of Data Handling. Monitoring and Fault Detection.

1 INTRODUÇÃO

A área de Monitoração e Diagnóstico de falhas em sensores tem estimulado estudos crescentes em razão da necessidade de se ter qualidade, confiabilidade e segurança nos processos de produção. Nos processos industriais, a interrupção da produção por alguma anomalia pode colocar em risco a

segurança do operador e provocar perdas econômicas, aumentando assim os custos com a reparação de algum equipamento danificado. Esses dois fatores estimulam o desenvolvimento de sistemas de controle confiáveis e tolerantes a falhas (ECHENDU & ZHU, 1993; PUIG et al., 2007).

Nas centrais nucleares existe um grande número de variáveis a serem

observadas continuamente. Durante uma falha, os operadores recebem um grande volume de informações provenientes dos instrumentos de medição, indicando um padrão típico da mesma. Devido à grande quantidade de informação em um período de tempo muito pequeno, os operadores são obrigados a tomar algumas decisões em condições estressantes, dificultando em alguns casos a identificação da falha. Com o propósito de auxiliar os operadores das centrais nucleares, têm-se utilizado muitas técnicas de Inteligência Artificial na Monitoração e no Diagnóstico de Falhas, incluindo Lógica Nebulosa (GOODE, 1995), Redes Neurais Artificiais – RNAs (ROVITHAKIS, MANIADAKIS & ZERVAKIS, 2004; SAMANTA, 2004; KALOGIROU, 2000), GMDH (Group Method of Data Handling) (PUIG et. al., 2007) e Algoritmos Genéticos (AGs) (ROVITHAKIS, MANIADAKIS & ZERVAKIS, 2004).

O uso de RNAs na Monitoração de sensores é muito interessante, tanto pela forma como estes problemas são representados internamente pela rede, como também pelos resultados gerados. Em RNAs, o procedimento usual na solução de problemas passa inicialmente por uma fase de *aprendizagem*, em que um conjunto de exemplos é apresentado para a rede, que extrai automaticamente dos mesmos as características necessárias para representar a informação fornecida. Essas características são utilizadas posteriormente para gerar respostas a problemas com características similares às dos exemplos.

O uso do GMDH na Monitoração de sensores está associado ao fato de ele ser um algoritmo auto-organizável de propagação indutiva que permite a obtenção de um modelo matemático do sistema a partir de observações de amostras de dados (FERREIRA, 1999; IVAKHNENKO, 1969). Além disso, o GMDH apresenta algumas vantagens, tais como: possui uma arquitetura que evolui durante o processo de modelagem;

uma auto-organização indutiva, ou seja, o número de camadas e nós é estimado pelo mínimo de um critério externo (escolha objetiva); a convergência é obtida através de um modelo de grande complexidade; otimizada simultaneamente a estrutura e dependências no modelo, não sendo uma técnica consumidora de tempo; e as variáveis de entrada não apropriadas para o modelo são excluídas automaticamente (GONÇALVES, 2006).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo comparativo entre as metodologias GMDH e Redes Neurais na Monitoração de sensores. As duas técnicas supracitadas já foram utilizadas no desenvolvimento de sistemas de Monitoração e Diagnóstico de Falhas em sensores (BUENO, 2006; GONÇALVES, 2006), em que os resultados obtidos demonstraram a viabilidade de aplicação desses métodos para tal tarefa. Este trabalho possibilitará identificar qual o melhor método para esta aplicação, além de estimular o desenvolvimento de trabalhos futuros, usando as duas técnicas de forma combinada.

2 DESCRIÇÃO DO REATOR IEA-R1

O Reator IEA-R1 está situado no IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) localizado na Cidade Universitária em São Paulo. Foi projetado e construído pela “Babcock & Wilcox”, em 1956. É um reator de pesquisa do tipo piscina, refrigerado e moderado à água leve, que utiliza berílio como refletor. A Figura 1 mostra um diagrama esquemático do reator IEA-R1 (INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES, 1999).

3 MODELO TEÓRICO DO REATOR IEA-R1

O modelo teórico do reator (GONÇALVES & TING, 2005) foi desenvolvido com o uso da ferramenta

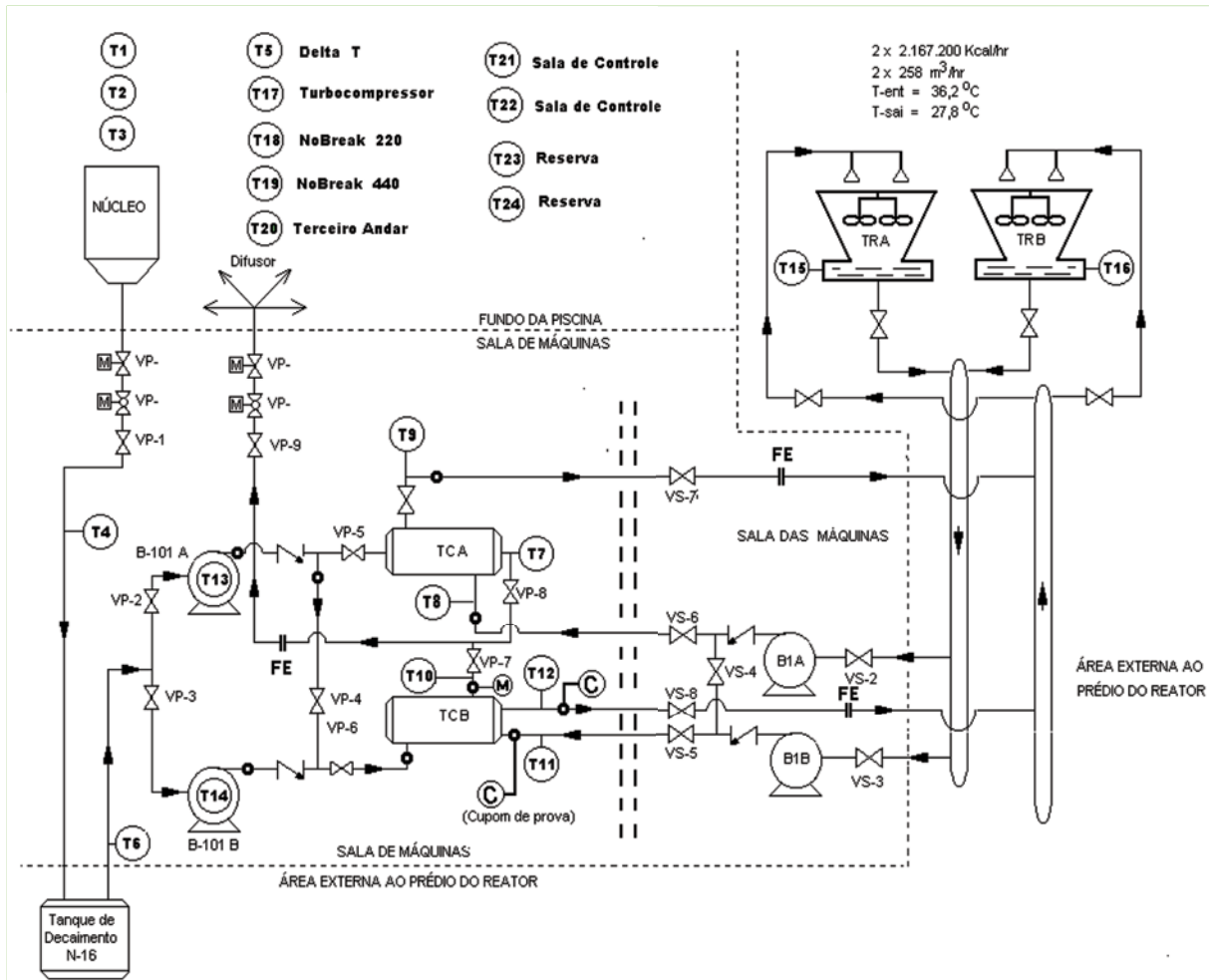


Figura 1: Diagrama esquemático do reator IEA-R1.

GUIDE do Matlab (CREATING GRAPHICAL USER INTERFACES, 2008), que permite gerar dados em diversas condições de operação, possibilitando simular situações que não são possíveis de se obter experimentalmente devido às restrições de operação do reator nuclear. As equações que regem o comportamento das variáveis de processo foram baseadas no balanço de massa e energia do reator IEA-R1, levando-se em consideração todos os aspectos físicos e operacionais, tais como comprimento e diâmetro das tubulações, relações entre os valores de vazão, temperaturas e perda de carga. No modelo teórico, foram consideradas as seguintes variáveis: T1 (Temperatura na superfície da piscina), T2 (Temperatura à meia altura da piscina), T3 (Temperatura sobre o núcleo do reator), T4 (Temperatura na entrada do tanque de decaimento),

T6 (Temperatura na saída do tanque de decaimento), T7 (Temperatura na saída do primário), T8 (Temperatura na entrada do secundário), T9 (Temperatura na saída do secundário), F1M3 (Vazão do circuito primário), F2M3 (Vazão do circuito secundário) e Pot (Potência). A interface do programa foi criada de forma a lembrar o fluxograma de processo do reator IEA-R1, como pode ser visto na Figura 2. Nessa interface é possível visualizar os valores da potência térmica (em MW), calculados no núcleo e no lado primário do trocador de calor. Neste modelo é possível: adicionar falhas às variáveis; gerar dados na condição normal de operação do reator; atribuir níveis de ruídos nas variáveis de entrada através de uma janela, sendo o seu valor determinado em %; e determinar o número total de pontos que serão gerados para as condições estabelecidas.

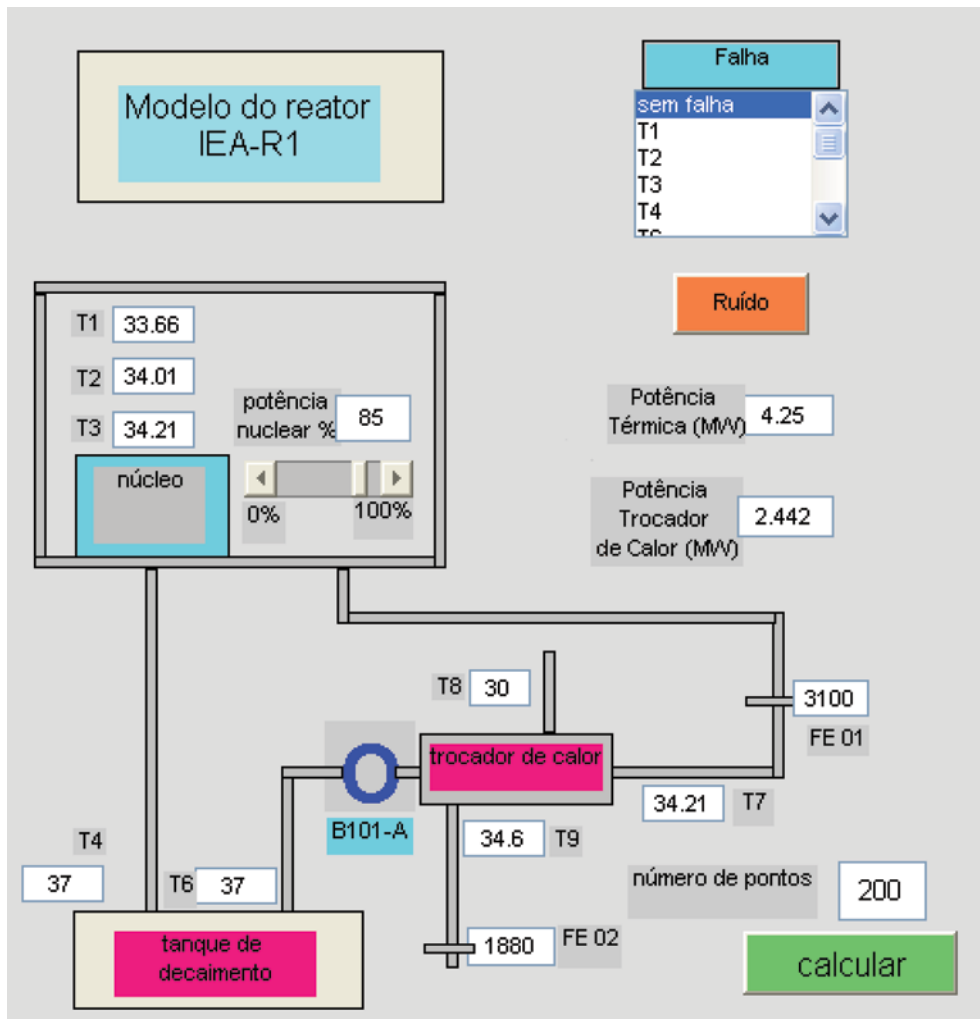


Figura 2: Interface do programa desenvolvido.

4 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As Redes Neurais Artificiais podem ser definidas como sistemas paralelos compostos por unidades de processamento simples, dispostas em camadas e altamente interligadas, inspiradas no cérebro humano (HAYKIN, 1999).

O aprendizado de uma RNA é realizado a partir de um algoritmo, conhecido como algoritmo de aprendizagem, em que os pesos sinápticos são atualizados com o propósito de alcançar o objetivo desejado. As formas como os neurônios das RNAs são organizados estão intimamente associadas ao algoritmo de aprendizado utilizado no treinamento das redes. Geralmente, podemos identificar três tipos de arquiteturas de RNAs (HAYKIN, 1999):

- Redes com propagação para frente de uma camada: compostas por uma camada de entrada e outra de saída;
- Redes com propagação para frente de múltiplas camadas: compostas por uma camada de entrada, camadas ocultas e uma camada de saída;
- Redes recorrentes: contêm realimentação das saídas para as entradas.

O principal objetivo do treinamento de uma RNA é fazer com que a aplicação de um conjunto de entradas produza um conjunto de saídas desejadas ou no mínimo um conjunto de saídas consistentes. Cada conjunto de entrada ou saída é denominado *vetor*. O treinamento é realizado pela aplicação sequencial dos vetores de entrada (e em alguns casos também os de saída), enquanto os pesos da rede são

ajustados de acordo com um procedimento de treinamento pré-determinado. Durante o treinamento, os pesos da rede gradualmente convergem para determinados valores, de tal maneira que a aplicação dos vetores de entrada produza as saídas necessárias. Os procedimentos de treinamento das RNAs podem ser classificados em duas classes: supervisionado e não supervisionado.

O treinamento *supervisionado* necessita de um vetor de entrada e um vetor de saída, conhecido como vetor alvo. Esses dois vetores são então utilizados para o treinamento da RNA. O procedimento de treinamento funciona da seguinte maneira: o vetor de entrada é aplicado, a saída da rede é calculada e comparada com o correspondente vetor alvo. O erro encontrado é então realimentado através da rede e os pesos são atualizados de acordo com um algoritmo com o propósito de minimizar este erro. Este processo de treinamento é repetido até que o erro para os vetores de treinamento alcance valores pré-determinados. O treinamento *não supervisionado*, por sua vez, não requer vetor alvo para as saídas. O conjunto de treinamento modifica os pesos da rede, de forma a produzir saídas que sejam consistentes. O processo de treinamento extrai as propriedades estatísticas do conjunto de treinamento e agrupa os vetores similares em classes, em que a aplicação de um vetor de uma determinada classe à entrada da rede produzirá um vetor de saída específico.

5 GMDH

O método GMDH (Group Method of Data Handling) é composto por um algoritmo proposto por Ivakhnenko. Consiste em um método algébrico para estimar estados de um sistema, saídas de controladores e funções de atuadores (IVAKHNENKO, 1969). A metodologia pode ser considerada como um algoritmo auto-organizável de propagação indutiva para a solução de problemas práticos complexos. Além disso, é possível obter um modelo matemático do processo a partir de observações de amostras de dados, que será

utilizado na identificação e no reconhecimento de padrões, ou até mesmo para descrever o próprio processo. Este método soluciona o problema multidimensional de otimização do modelo, pelo procedimento de escolha e seleção, a partir de um conjunto de modelos candidatos de acordo com um critério fornecido. A maioria dos algoritmos GMDH utiliza funções de referência polinomiais. Uma conexão genérica entre variáveis de entrada e de saída pode ser expressa pela série funcional de Volterra, discreta análoga do polinômio de Kolmogorov-Gabor:

$$y = a + \sum_{i=1}^m b_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m d_{ijk} x_i x_j x_k + \Lambda \quad (1)$$

Onde:

$\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$: variáveis de entrada

$\{a, b, c, \dots\}$: coeficientes do polinômio.

As componentes da matriz de entrada podem ser variáveis independentes, formas funcionais ou termos de diferenças finitas, além disso se podem utilizar outras funções de referência não lineares. O método permite, ainda, encontrar simultaneamente a estrutura do modelo e a dependência da saída do sistema modelado em função dos valores de entrada mais significativos do sistema.

Aksenova & Yurachkovsky (1988) obtiveram as bases teóricas da efetividade do GMDH como método adequado e robusto de construção de modelos para estimativa. A modelagem auto-organizável é baseada em redes de aprendizado estatístico, que capturam relações complexas não lineares em uma forma de execução rápida e compacta. Essas redes subdividem o problema em partes menores de fácil manuseio e aplicam técnicas de regressão avançadas para resolver cada um desses problemas.

6 RESULTADOS OBTIDOS

6.1 Monitoração usando RNAs

Para estabelecer o modelo de monitoração usando Redes Neurais

Artificiais, foram utilizadas todas as variáveis do modelo teórico: T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8, T9, F1M3, F2M3 e Pot; porém serão apresentados apenas os resultados obtidos na monitoração dos sensores de temperatura (T3 e T9). Todas as simulações computacionais foram realizadas utilizando a ferramenta de Redes Neurais do Matlab, versão R2008a.

Através deste modelo, as redes foram treinadas com valores pré-selecionados, gerados pelo modelo teórico do reator. Assim, foram gerados dados variando-se a Potência (N2) de 0 a 100%, no intervalo de 5 em 5%, sendo que, para cada condição de potência gerada, foram criados 20 exemplos, totalizando 420 exemplos. Foram adicionados ruídos de 0,4% na variável T3 e 1% na variável F1M3, por serem flutuações observadas durante a operação do reator IEA-R1. Esta base de dados foi normalizada no intervalo de -1 a 1, de acordo com a equação (8):

$$y = \frac{(y_{\max} - y_{\min}) * (x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} + y_{\min} \quad (2)$$

Onde:

x : entrada da rede

y : valor normalizado das entradas da rede de [-1,1]

Foram estabelecidos dois parâmetros para interromper o treinamento das Redes Neurais. O primeiro parâmetro foi o MSE (Erro Médio Quadrático), cujo valor foi de 10^{-4} ; e o segundo parâmetro foi o número máximo de épocas, cujo valor foi 1000. Inicialmente, o MSE era de 0,01, porém todas as redes atendiam a este critério e, no intuito de reduzir ainda mais o valor do MSE, decidiu-se adotar o valor citado acima.

No treinamento das redes, foi utilizado o método de “Parada Antecipada” (Early Stopping). Este método sugere uma divisão da base de dados em três

subconjuntos: treinamento, validação e teste, cuja proporção de divisão adotada foi respectivamente: 60%, 20% e 20%. O conjunto de treinamento é usado para calcular o gradiente e atualizar os pesos e bias da rede; o de validação é usado para monitorar o erro durante o processo de treinamento; e o de teste é usado para comparar diferentes modelos.

Como parâmetro para comparação do desempenho de cada rede foi utilizado o resíduo, descrito pela equação (9). A rede que apresentar o menor resíduo será escolhida para a aplicação.

$$\text{res} = \left(\frac{y - y_d}{y_d} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde:

y = saída atual

y_d = saída desejada

Através deste estudo foi possível determinar a arquitetura (MLP – Redes de Camadas Múltiplas) e o algoritmo de treinamento (Retropropagação).

As redes foram desenvolvidas com a seguinte arquitetura: uma camada de entrada, uma camada oculta e uma camada de saída. Na camada de entrada, o número de neurônios corresponde a todas as variáveis compreendidas pelo modelo teórico, com exceção da variável monitorada, e sua função de ativação é do tipo linear. Na camada oculta, a função de ativação é do tipo tangente hiperbólica e o número de neurônios foi variado de 1 a 10 para a escolha do melhor modelo. Na camada de saída, a função de ativação é do tipo linear e o número de neurônios corresponde à variável monitorada.

A Figura 3 mostra o resultado da monitoração de T3 (variável de saída), em que as variáveis de entrada foram: T1, T2, T4, T6, T7, T8, T9, F1M3 e F2M3. Para as demais variáveis de temperatura o procedimento foi semelhante.

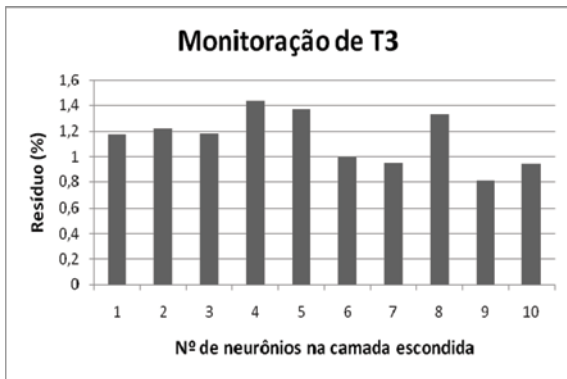


Figura 3: Monitoração de T3 usando Redes Neurais.

6.2 Monitoração usando GMDH

O GMDH foi usado para encontrar o melhor modelo de monitoração para os sensores de temperatura. Por ser um algoritmo auto-organizável, a saída do sistema é encontrada em função das entradas mais significativas para o mesmo, não havendo necessidade de utilização do conhecimento especialista para realizar esta tarefa. Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos na monitoração de cada um dos termopares. A escolha do melhor modelo é feita através da equação (3).

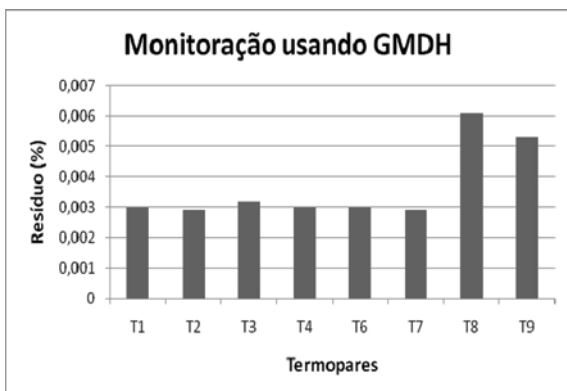


Figura 4: Monitoração de termopares usando GMDH.

6.3 Análise dos resultados obtidos

Através da análise das Figuras 3 e 4, verifica-se que os resíduos obtidos na monitoração de termopares usando a metodologia GMDH foram menores (da ordem de 10^{-3}) do que os obtidos usando RNAs (da ordem de 10^{-1}).

7 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado um estudo comparativo entre os métodos GMDH e Redes Neurais, aplicados na monitoração de sensores de um reator experimental. Para realizar tal estudo, utilizou-se uma base de dados gerada por um modelo teórico do reator de pesquisas IEA-R1.

Na monitoração usando RNAs, as redes foram treinadas com o propósito de estabelecer o melhor modelo para a monitoração de uma determinada variável. Pela arquitetura de rede e algoritmo de treinamento usado neste trabalho, é necessário conhecer as variáveis de maior relevância para a monitoração de um determinado sensor.

Já na monitoração usando GMDH, determinando-se a variável de saída, o modelo é obtido através da eliminação das variáveis de entrada irrelevantes.

Para a escolha do melhor modelo foram calculados os resíduos obtidos na monitoração usando cada uma das metodologias supracitadas.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que os modelos desenvolvidos através do algoritmo GMDH apresentaram resíduos menores do que os obtidos usando RNAs. Esses resultados estimulam a continuidade nos estudos nesta área, principalmente no que se refere à combinação dos dois métodos aplicados na Monitoração e no Diagnóstico de Falhas em sensores.

REFERÊNCIAS

- AKSENOVA, T. I.; YURACHKOVSKY, Y. P. A Characterisation at unbiased structure and conditions of their J-Optimality. *Soviet Journal of Automation and Information Sciences*, 21 (4): p. 36-42, 1988.
- BUENO, E. I. *Utilização de redes neurais artificiais na monitoração e detecção de falhas em sensores do reator IEA-R1*. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo – IPEN, São Paulo, 2006.

CREATING GRAPHICAL USER INTERFACES, Version 7.6. MATH WORKS, USA, 2008.

ECHENDU, J. E. A., ZHU, H. Detecting changes in the condition of process instruments. In *Instrumentation and Measurements Technology Conference Rec. of IMCT*, p. 515-518, Irvine CA, USA, 1993.

FERREIRA, P. B. *Incipient fault detection and isolation of sensors and field devices*. Tese (Doutorado). University of Tennessee, Aug. 1999.

GONÇALVES, I. M. P. *Monitoração e diagnóstico para detecção de falhas de sensores utilizando a metodologia GMDH*. Tese (Doutorado). IPEN, São Paulo, 2006.

GONÇALVES, I. M. P., TING, D. K. S. A theoretical model for the IPEN research reactor IEA-R1. *INAC 2005 – International Nuclear Atlantic Conference Proceedings (Cdroom)*, Aug. 2005.

GOODE, P. V. Using a Neural/Fuzzy System to extract heuristic knowledge of incipient faults in induction motors: Part I – Methodology. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 42(2), 1995.

HAYKIN, S. *Neural Networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN). *Relatório de Análise de Segurança do reator de pesquisas do IPEN IEA-R1 (RAS)*, 1999.

IVAKHNENKO, A. G. *Self-teaching systems of recognition and automatic control*. Moscou: *Tekhnika*, 392, 1969.

KALOGIROU, S. A. Application of artificial neural networks for energy systems. *Applied Energy*, 67 (1): p. 17-35, Set., 2000.

PATTON, R. J.; CHEN, J.; NIELSEN, S. B. Model-based methods for fault diagnosis:

some guidelines. *IEEE Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 17(2), 1995.

PUIG, V., et. al. A GMDH neural network-based approach to passive robust fault detection using a constraint satisfaction backward test. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 20, p. 886-897, 2007.

ROVITHAKIS, G. A.; MANIADAKIS, M; ZERVAKIS, M. A hybrid neural network/genetic algorithm approach to optimizing feature extraction for signal validation. *IEEE Transactions on Systems, Man And Cybernetics – Part B: Cybernetics*, 34 (1), 2004.

SAMANTA, B. Gear fault detection using artificial neural networks and support vector machines with genetic algorithms. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 18 (3): p. 625-644, 2004.

SYDENHAM, P. H., THORN, R. Strategies for sensor performance assessment. In *Instrumentation and Measurements Technology Conference. Rec. of IMCT*, p. 353 – 358, Irvine CA, USA, 1993.

Para contato com os autores:

Elaine Inácio Bueno
ebueno@cefetsp.br

Iraci Martinez Pereira Gonçalves
martinez@ipen.br

Antonio Teixeira e Silva
teixeira@ipen.br

COMUNICAÇÃO HOMEM-MÁQUINA POR MEIO DE LINGUAGEM NATURAL FALADA NO BRASIL

Gilza Paim Mandelman

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo
Mestranda em Engenharia Mecânica /Automação pela UNITAU

Márcio Abud Marcelino

Doutor em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Professor da UNITAU e da UNESP

Marcio Mandelman

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo
Mestrando em Engenharia Mecânica/Automação pela UNITAU

*A língua tanto falada como escrita, desde o seu surgimento, teve grande relação com o poder e foi usada para benefício de quem mais a conhecia. Isto levou ao aparecimento de regras ortográficas e gramaticais, palavras de duplo sentido, metáforas e outros. O ser humano é um ser pensante e por isso consegue entender o sentido dado à palavra dentro do contexto em que ela está inserida. Quando do aparecimento do computador (máquina que somente executa operações lógicas e aritméticas) a comunicação homem-máquina era feita somente por especialistas em informática que manipulavam este equipamento através de linguagens especializadas e específicas. Com a expansão do uso de computadores o usuário final é colocado frente a frente com a máquina, o que levou à criação de linguagens mais naturais, sempre em busca de facilitar a interatividade. Nesta busca, para a interpretação de palavras pelo computador, tanto escrita como através de sons (voz), foram criados vários processos facilitadores. Neste contexto, aparece o *Brazilês* que propõe melhorar a interface homem-máquina através de uma única representação gráfica dos sons da língua portuguesa, simplificando o reconhecimento eletrônico de fonemas. Este artigo tem por objetivo apresentar uma padronização da língua portuguesa para uso em sistemas computacionais, utilizando a linguagem natural e possibilitando assim a propositura de uma rotina simplificada para ser utilizada em softwares de reconhecimento de voz.*

Palavras-chave: Interatividade. Interação. Interface. Brazilês. Reconhecimento de voz.

The language both spoken and written, since its beginning, has had a great relationship with power and has been used for the benefit of those who knew it better. This led to the development of grammatical and spelling rules, words with double meaning, metaphors and others. The human being is a thinking being and, therefore, can understand the meaning given to the word within the context in which it is inserted. When the computer was created (a machine that only performs arithmetic and logical operations) the man-machine communication was only done by computer experts who manipulated this equipment through specific and specialized languages. With the expanding use of computers, the end user is put face to face to the machine what led to the need to create more natural languages, always aiming at facilitating interactivity. In the search for the interpretation of words by the computer, both in the written and sound (voice) forms, several facilitators were created. In this context the "Brazilês" was created. It has the intention to improve human-machine interface through a single graphical representation of the sounds of the Portuguese language, simplifying the electronic recognition of phonemes. This article aims at presenting a standardization of the Portuguese language for computer systems, using natural language and, thus, enabling the bringing of a simplified routine to be used in voice recognition software.

Keywords: Interactivity. Interaction. Interface. "Brazilês". Voice recognition.

1 INTRODUÇÃO

Na comunicação homem-máquina, por meio de linguagem natural, o português falado no Brasil necessita maior tempo para o reconhecimento das palavras, devido ao grande número de símbolos usados pela língua portuguesa para representar os sons e à existência de duplo sentido das palavras gerando indefinição, maior número de comparações, podendo, eventualmente, até inviabilizar esta comunicação homem-máquina ou produzir alto custo do produto final que utilize tal tipo de comunicação, necessitando inclusive sistemas de inteligência artificial para atender à compreensão de pequenas frases, pois podem produzir diferentes tipos de interpretação conforme o contexto.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é simplificar a comunicação homem-máquina usando um tradutor da língua portuguesa falada no Brasil. Tal tradutor chama-se *brazilês* e foi criado por Marcelino (2008). Por intermédio dele, cada som do português falado no Brasil será representado por um único símbolo gráfico, estudando o processo de tradução dos sons (fonemas) da língua, para símbolos gráficos únicos (padronização da representação gráfica do fonema) e propor a feitura de um dicionário fonema-símbolo gráfico, trazendo assim possíveis facilidades na interpretação pelo computador (dispositivo de reconhecimento de voz, ou interpretador audível), e possibilitando a implementação de uma rotina simplificada para ser utilizada em *softwares* de reconhecimento de voz apenas alterando a base de dados específica para estes fins.

Este trabalho não tem a intenção de propor alterações na língua portuguesa, muito menos a criação de uma nova língua, mas sim propõe criar uma nova base de dados e conseqüentemente menores rotinas para facilitar a comunicação homem-máquina atingindo os mesmos resultados encontrados atualmente, porém com maior velocidade de processamento, ou seja, esta é uma proposta meramente técnica.

Observa-se ainda que outros idiomas, como o inglês, possuem ortografia muito mais dissociada da fonética que o próprio português, mas por mera posição dos autores do presente artigo, escolheu-se a língua portuguesa, mas esta ideia pode ser aproveitada por outros idiomas, sem que, em nenhum momento, proponham-se quaisquer mudanças destes idiomas nem a criação de uma nova língua, como já fora mencionado.

Para este fim adota-se como variável independente a utilização de um tradutor de linguagens (português - *brazilês* e vice-versa) e como variável dependente a viabilização da comunicação homem-máquina em tempo real. Busca-se então um processo facilitador para ser usado por computadores.

A história da língua, as dificuldades geradas por ela para facilitar seu reconhecimento eletrônico, as dificuldades políticas e sociais para criação e implementação de uma nova língua, problemas de duplo sentido de palavras e ou frases, controle de pensamento e diferenças de pronúncia, serão tratados neste trabalho para melhor embasar o apresentado.

Não se pode deixar de lembrar que linguagem natural, cada vez mais, se torna necessária para possibilitar a comunicação homem-máquina, seja por acessibilidade ou mesmo por comodidade.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Para Monteiro (2000), o processo de comunicação humana iniciou-se a partir de uma mudança radical no tipo de mensagem a ser transmitida. A tradição oral foi substituída por outro tipo de linguagem, para que ficasse à disposição daqueles que necessitassem ler posteriormente o que havia sido dito. Esta nova técnica deveria ter pelo menos três características: durabilidade, profundidade e clareza. A escrita fonética foi se desenvolvendo muito rapidamente, mais precisamente na Grécia. No século XV os indivíduos já se preocupavam em preparar e reproduzir os livros através da técnica de copiar, a mão, os livros já existentes. Poucos tinham acesso a estas reproduções.

Com o advento da impressão, milhares de livros poderiam ser reproduzidos. A descoberta da impressão conforme se conhece hoje se deu graças à invenção de Gutemberg, que conseguiu, depois de muitas experiências, uma impressão nítida e perfeita.

A escrita foi, sem dúvida, uma das tecnologias de comunicação mais importantes para o progresso da humanidade. Sem ela, provavelmente, a história das grandes civilizações do mundo estaria perdida.

Há aproximadamente 3.000 anos, os escribas eram considerados uma das classes mais poderosas, unicamente porque dominavam a técnica da escrita. Na Grécia Antiga, só eram considerados cidadãos e aptos a votar aqueles que soubessem ler e escrever. Esses dois exemplos apontam indícios da estreita relação entre o uso das novas tecnologias, na educação, e a participação dos cidadãos.

Em 1870, Thomas Edison consegue gravar e conservar a voz humana em um fonógrafo. Esse instrumento conseguia levar às casas um novo som, capaz de se tornar uma alternativa de comunicação. Em 1906, Reginald A. Fessenden constrói uma aparelhagem capaz de irradiar sinais. Pessoas falavam através de um transmissor e as vozes eram recebidas em um aparelho receptor, dando origem à radiotelefonía. No mesmo ano, foram descobertas substâncias capazes de melhorar a transmissão e com um preço bastante acessível. Entre 1923 e 1926, muitos países dão início às transmissões no rádio.

Hugo (1995) descreve a interatividade como um conceito voltado para a comunicação, o qual esteve sempre presente na vida do homem a partir dos relacionamentos estabelecidos com os diversos ambientes em que ele está inserido. A interatividade se diversifica em níveis e patamares diferentes de acordo com os múltiplos ambientes e as formas de se relacionar com eles. Assim, podem-se identificar diversas formas de interação, como homem-máquina, homem-homem, homem-técnica e outras. A interação homem-técnica é uma atividade que aconteceu em todas as etapas da civilização. No contexto

atual, esta interação não acontece apenas direcionada a objetos (homem-computador), mas ocorre principalmente orientada para a criação de processos baseados na gestão das informações. Isto se deve à evolução da tecnologia que, aliada aos modernos processos de comunicação, possibilitou a disseminação de um manancial de informações capaz de proporcionar facilidades na obtenção de conhecimentos. A facilidade de acesso a este acervo recebeu um significativo impulso procedente do avanço de recursos como a multimídia e a *web*.

Apresentando a diferença entre interação, interatividade e interface, Hugo (1995) define: interação como a ação entre entes (inter + ação = ação entre), o que caracteriza uma relação entre dois agentes. Assim, interagir é agir mutuamente. Porém, muito do que se tem classificado como interativo é na verdade apenas reativo. A interatividade pode ser definida como uma atividade mútua e simultânea da parte de dois agentes, normalmente trabalhando em direção a um mesmo objetivo, podendo provocar mudanças comportamentais entre eles. Com relação a este conceito, pode-se acrescentar a característica da bidirecionalidade do processo, em que o fluxo se dá em duas direções e os agentes (emissor e receptor) dialogam entre si durante a construção da mensagem.

Um sistema pode ser considerado interativo quando apresenta determinadas características, como permitir que os participantes atuem quando bem entenderem, que possam obter respostas ainda não disponíveis, em um determinado momento, e que não sejam direcionados, pois a inexistência de um padrão pré-determinado possibilita maior liberdade.

A partir daí, Dias lembra que uma interface homem/máquina designa o conjunto de aparelhos materiais que permite a comunicação entre um sistema de informações e seu usuário humano.

Com o desenvolvimento das interfaces, a relação homem-máquina vem se transformando e agregando cada vez mais elementos gráficos e sonoros.

Para Lévy, apud Dias (2003), “a interface contribui para definir o modo de captura da informação oferecido aos autores da comunicação. Ela abre, fecha e orienta os domínios de significação, de utilizações possíveis de uma mídia”.

Assim sendo, Dias conclui que o computador, agente fundamental nas relações sociais contemporâneas, tem permitido o estabelecimento de interações múltiplas identificadas pelos relacionamentos homem-máquina e máquina-máquina. Mas, o processo de interação usuário-computador é construído principalmente pela utilização das interfaces apresentadas nos *softwares*. E para que esta interação aconteça da melhor maneira possível é necessário que a construção destas interfaces seja aprimorada, trabalhadas de forma a proporcionar maior poder de diálogo, de respostas e alterações nos comportamentos dos agentes envolvidos.

No que tange ao diálogo homem-máquina, Rover (2001) afirma que até os anos 70, tinha-se um “mosteiro” de especialistas em informática para manipular o computador; homens que dominavam a utilização de linguagens especializadas/específicas no uso do computador. Na década de 80, com o advento e expansão de microcomputadores e suas redes, o usuário final foi colocado frente a frente com a máquina e seus dados. Desta forma, linguagens mais naturais, bem como meios de acesso mais naturais eram prementes. Não por acaso, atualmente a informação e o conhecimento se apresentam como grandes riquezas.

A informação e o conhecimento têm como suporte (veículo) básico nada mais que a linguagem natural, visto que grande parte do conhecimento da humanidade encontra-se armazenado (geralmente escrito) nesta forma. Daí advém a necessidade de compreender a linguagem, seja de forma escrita ou oral.

Rover (2001) ainda lembra que Pierrel e Anick entendem que com o crescimento de tamanho e importância das bases de dados, os computadores necessitam ter meios de interpretar a linguagem natural. Desta forma um usuário pode mais facilmente encontrar algum argumento de pesquisa na base de

dados, sem se preocupar com sua especificação exata – seja em termos de comandos de busca, seja em palavras a pesquisar – permitindo-lhe realizar suas pesquisas através do vocabulário que é por ele conhecido, sendo o computador responsável por oferecer-lhe sinônimos e ajuda direcionada ao argumento.

Fiorin (2009) define linguagem como a capacidade de os seres humanos comunicarem-se por meio de um sistema de signos. Essa faculdade corporifica-se em línguas, sistemas de signos utilizados por diferentes comunidades linguísticas. Como dizia Saussure, apud Fiorin (2009), “a língua não se confunde com a linguagem; é somente uma parte determinada, essencial dela, indubitavelmente”. “A língua é, ao mesmo tempo, um produto social da faculdade da linguagem e um conjunto de convenções necessárias, adotadas pelo corpo social para permitir o exercício dessa faculdade nos indivíduos”.

Ainda para Saussure “a língua é um princípio de classificação”. O discurso é a atividade verbal social. A chamada hipótese Sapir-Whorf mostra que a língua modela a representação do mundo de cada falante.

A língua não é uma nomenclatura, que se apõe a uma realidade pré-categorizada, ela é que classifica a realidade.

Quanto ao duplo sentido das palavras e/ou frases, Fiorin (2009) lembra que se deslocam os sentidos das palavras, jogando-se com eles. Inclusive reproduz um poema de Bráulio Tavares:

Eu quero é orgia!
A safadeza!
A indecência!
Deixo pros padres
E pros militares
A continência.

O poema joga com os dois sentidos da palavra *continência*, aparecendo como: *castidade e saudação militar*, para se posicionar contra os comportamentos contidos, as hierarquias, as normas de decência, preconizando um mundo de

liberdade. Esses deslocamentos operam em todos os níveis e dimensões da língua.

Para confirmar o poder da língua, ou mesmo a busca pelo controle do pensamento através da língua, especialmente no que se refere à dimensão política, a obra de George Orwell, intitulada *1984*, porém escrita em 1948, utiliza a língua como uma das armas com o objetivo de implementar e manter o poder. Criaram a Novilíngua com o objetivo maior de transformar a literatura anterior, escrita em Anticlíngua, em obras contraditórias em relação ao que eram. Propõe que “todo o mecanismo do pensamento será diferente. Com efeito, não haverá pensamento, como hoje entendemos.”

A forma proposta pela Novilíngua é reduzir a língua à expressão mais simples possível, destruindo palavras. “Não apenas os sinônimos; os antônimos também. Afinal de contas, que justificação existe para a existência de uma palavra que é apenas o contrário da outra? ... No fim, todo o conceito de bondade e maldade será descrito por seis palavras – ou melhor, uma única”.

A busca é controlar totalmente os indivíduos, pois nem todas as realidades poderão ser pensadas, pela redução do número de palavras e a impossibilidade de aumentar este número.

Haveria muitos crimes e erros que estariam além da capacidade do homem de cometê-los, simplesmente pelo fato de que eles não tinham nomes e, portanto, eram inimagináveis. E se esperava que, com o passar do tempo, as características que distinguem a Novilíngua se tornassem cada vez mais pronunciadas; o número de palavras diminuiria, seus significados se tornariam cada vez mais restritos e a possibilidade de utilizar palavras de maneira imprópria se tornaria cada vez menor.

Assim, pode-se concluir que a língua constrói o real e torna-o dizível, portanto possui dimensão política.

No que tange à diferença de pronúncia, Fiorin (2009) encontra na Bíblia Sagrada (Juízes 12:6) um episódio. A palavra hebraica *shibolet*, “espiga”, tinha uma variação dialetal *sibolet*. A tribo de Galaad estava em guerra com a de

Efraim. Para identificar os efraimitas, pedia-se que a pessoa pronunciasse essa palavra. Quem dissesse *sibolet* era morto. Foram eliminados 42.000 efraimitas. Até hoje o termo *shibolet* nomeia uma maneira de pronunciar uma palavra, que identifica a origem de quem a diz. A fonologia torna-se letal. A diferença linguística é o lugar onde reside o ódio ao outro, é o lugar da discriminação, do preconceito. Certas pronúncias são estigmatizadas, determinadas variedades são consideradas inaceitáveis. Tudo isso serve para classificar, para selecionar, para excluir, para condenar.

As regras do “bom” uso da língua são relações de poder. Elas obrigam a recalcar, a renegar uma língua primeira (por exemplo, os descendentes de alemães ou italianos no Brasil deviam eliminar seu sotaque ou certos decalques de sua língua primeira) ou uma variedade primeira da língua (as variedades populares ou regionais do português), que são objeto de gozações, reprimendas ou punições. Essa sanção a línguas ou variedades pode produzir uma resignação, ou seja, a aceitação de uma “inferioridade”, ou uma revolta ativa, isto é, a reafirmação com orgulho de uma determinada origem ou de um dado falar.

Lembra Barthes, apud Fiorin (2009), que o “objeto em que se inscreve o poder é a linguagem ou, para ser mais preciso, sua expressão obrigatória: a língua”. Explica ainda, com base nas idéias de Foucault, que o poder é múltiplo, é onipresente, atravessa toda a História. Como vimos, são múltiplas as maneiras pela qual o poder se inscreve na linguagem. Sua natureza é intrinsecamente política, porque ela sujeita os que a falam à sua ordem. Os silenciamentos operados pelo discurso manifestam uma relação de poder. Os discursos que circulam no espaço social são submetidos à ordem do poder, não são todos equivalentes. Os usos linguísticos podem ser o espaço da pertença, mas também da exclusão, da separação e até da eliminação do outro. Por isso, a língua não é um instrumento neutro de comunicação, mas é atravessada pela política, pelo poder, pelos poderes. A literatura, pelos deslocamentos que produz, é uma forma de trapacear a língua, desvelando os poderes nela inscritos.

3 CONCLUSÃO

Assim, encontra-se no *brazilês* uma proposta de simplificação do reconhecimento eletrônico de sílabas que, dependendo de estudos mais aprofundados, pode permitir a transcrição fonética de textos automaticamente, podendo facilitar o comando oral de computadores e robôs em tempo real com alguma coerência e lógica, já que o mesmo fonema é representado por um único símbolo, com uma codificação simplificada da linguagem que facilita o reconhecimento eletrônico de sílabas.

Pode-se observar que o português falado, no passado, podia ser gravado por taquígrafos, gravadores de áudio, e outros, mas agora, com a evolução da microeletrônica, pode ser armazenado em memórias digitais e convertido em símbolos gráficos, capaz de representar o que foi dito.

Os Processadores Digitais de Sinais (DSP), utilizados para a identificação da fala, são dispositivos que realizam operações lógicas e aritméticas em tempo real, porém não são eficientes em aplicações com um número excessivo de comparações.

Marcelino (2008) lembra que a transcrição fonética no português utiliza um número de comparações muito grande, já que o mesmo símbolo ortográfico pode representar sons diferentes, e diversos símbolos podem representar o mesmo som. Devido à imprevisibilidade da codificação do português, a comunicação homem-máquina, em tempo real, atualmente só é viável nas tarefas específicas em que o vocabulário é bem reduzido.

Assim, apresenta-se neste trabalho a possibilidade de se criar um banco de dados inteligente, que traduza a língua portuguesa para o *brazilês*, facilitando a interação, a interatividade e a interface homem-máquina, em que cada som da língua portuguesa falada no Brasil será representado por um único símbolo gráfico.

Para demonstrar a aplicação desta linguagem natural, apresentam-se alguns exemplos:

- eliminação da letra Q retirando-se os dígrafos QU, ficando C: ca, ce, ci, co, cu. Ex: capela, CE (que), ceijo (queijo), acilo (aquilo), combustível, cutânea, consiente ...
- S : sa, se, si, so, su. Ex: almoso, alteração, asender, asezo, auxílio, cabesa, casula, sinema ...
- Z : za, ze, zi, zo, zu. Ex: arroz, Brazil, capuz, cartaz, caza, ezclusivo, ezemplo, gazoduto ...

Os *softwares* (programas) de reconhecimento de voz atuais usam sistemas de modelo estatísticos poderosos e complicados. Eles usam funções de probabilidade e matemática para determinar o resultado mais provável através de modelos como o Oculto de Markov e as redes neurais.

Tecnicamente, verifica-se que o programa examina os fonemas analisando-os através de modelo estatístico complexo e os compara com uma grande coleção de palavras, frases e sentenças conhecidas. Por fim, o programa determina o que o usuário provavelmente estava dizendo e o transforma em texto ou comandos para o computador.

Pode-se exemplificar o processo atual com o fonema ÇA da palavra “COBIÇA”. Quando o computador recebe a informação deste fonema, atualmente ele tem que verificar como este é grafado (SA, SSA, ou ÇA), através da interpretação e dos processos anteriormente mencionados. Adotando-se esta proposta haverá apenas uma única grafia para o fonema em questão, facilitando sua pesquisa subsequente, ou seja, definindo o significado da palavra “COBISA” diretamente, buscando no dicionário *brazilês/português* a tradução *cobisa* para *cobiça* e através do dicionário escolhido pelo programador o significado da palavra *cobiça*.

Esta proposta abre a possibilidade de criação de um banco de dados silábico, em que cada fonema terá somente uma representação gráfica, propiciando a concatenação das sílabas para formação das palavras, diminuindo sensivelmente o tamanho do banco de dados, do número de comparações, dando, por consequência, maior rapidez ao processo de interação homem-máquina.

Assim, *softwares* como o iListen, Via Voice, Naturally Speaking, entre outros,

poderão utilizar esta nova rotina, aqui proposta, com o objetivo de aumentar suas respectivas velocidades de resposta, pois a diminuição de uma ou mais pesquisas no processo de interpretação de cada fonema, no sistema computacional para reconhecimento de voz, aumenta sensivelmente a velocidade do mesmo.

REFERÊNCIAS

DIAS, R. F. *Ser ou não ser interativo*, 2003. Disponível em: <http://www.saladeaulainterativa.pro.br/texto_0007.htm>.

FIORIN, J. L. Língua, discurso e política. *Alea. Estudos Neolatinos*, vol.11 n.1, Rio de Janeiro, jan.-jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-106X2009000100012&script=sci_arttext>.

HUGO, M. *Uma interface de reconhecimento de voz para o sistema de gerenciamento de central de informação de fretes*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta/hugo/cap_2/cp2_hug.htm>.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: 34, 2000.

MONTEIRO, C. G. O papel educativo dos meios de comunicação. Disponível em: <http://www.ipv.pt/forumedia/3/3_fi3.htm>. *Revista do Curso de Comunicação Social da Esev*. Escola Superior de Educação de Viseu (Portugal) - Forum media, n. 3, 2000.

MARCELINO, M. A. *Brazilês: uma proposta de codificação para a língua escrita no Brasil*. Editora da UNESP, Taubaté, 2008.

ORWELL, G. *1984*. São Paulo: Nacional. 17. ed , p.51-53.

ROVER, J. A.. Representação da realidade. In: *Informática no Direito: inteligência artificial*.

Introdução aos sistemas especialistas legais. Curitiba, 2001. Disponível em: <<http://www.infojur.ufsc.br/aires/arquivos/tese%20representacao%20realidade.pdf>>.

Para contato com os autores:

Gilza Paim Mandelman
gpm@cefetsp.br

Márcio Abud Marcelino
abud@feg.unesp.br

Marcio Mandelman
marcioman11@gmail.com

ESTUDO DAS NORMAS BRASILEIRAS DE CONTABILIDADE APLICADAS AO SETOR PÚBLICO

Marcelo Bernardino Araújo

Mestrando em Ciências Contábeis e Atuariais – PUC-SP

Especialista em Controladoria e Finanças – UFLA

Contador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Professor da Unicsul

É essencial para o desenvolvimento de qualquer ciência, em especial a ciência contábil, a pesquisa. Ela nos prepara para novas descobertas e reinvenções que transformam o cotidiano das pessoas e das organizações. A qualidade na gestão do administrador público através de instrumentos de controle dos gastos, mais especificamente a contabilidade pública, é que motivou a realização deste trabalho. Nesse sentido, este trabalho está estruturado de maneira a proporcionar uma visão do desenvolvimento da contabilidade aplicada ao Setor Público no Brasil, bem como evidenciará a importância assumida pela Contabilidade após a edição das Normas Brasileiras de Contabilidade Aplicadas ao Setor Público - NBCASP, que estabelecem práticas contábeis equivalentes ao setor privado. Nesse sentido, estão inseridas num contexto de convergência aos padrões internacionais de contabilidade para o setor público.

Palavras-chave: *Contabilidade. Normas contábeis. Setor público.*

It is essential for the development of any science, especially accounting science, the research. It prepares us for new discoveries and reinventions that transform the daily lives of people and organizations. The quality of public administrator's management by means of cost control tools, specifically the public accounting, is what has motivated this work. Thus, this work is structured to provide an overview of the development of accounting applied to the Public Sector in Brazil, and will emphasize the importance assumed by the Accounting area after the edition of The Brazilian Accounting Standards Applied to the Public Sector - BASAPS, which establish accounting practices equivalent to the private sector. In this sense, they are inserted in a context of convergence to The International Accounting Standards for the Public Sector.

Keywords: *Accounting. Accounting Standards. Public Sector.*

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, em que as sociedades mundiais se voltam para a responsabilização – social, ambiental, empresarial, governamental –, a Contabilidade, mais uma vez, posiciona-se como um instrumento tecnicamente eficiente e consoante aos melhores princípios da ética e do controle social na gestão pública e privada.

O desenvolvimento da ciência contábil está ligado de maneira sólida aos movimentos políticos e econômicos, através de contextos históricos, numa retórica estrutural, pois

investigar o passado já é por si só uma tarefa árdua e complexa, ainda mais em se tratando de seus ramos ou campos de aplicação.

1.1 Objetivo geral

A Contabilidade Aplicada ao Setor Público representa para a cidadania o principal instrumento de controle e acompanhamento das ações e políticas públicas, materializadas na correta aplicação dos recursos públicos, na condução ética da gestão e na obrigação

dos gestores públicos de prestar contas, uma vez que a elaboração de Demonstrações Contábeis (DC) que representem uma visão justa e adequada da movimentação e aplicação de recursos públicos, bem como dos resultados alcançados, é fundamental para alinhar as ações dos gestores e a compreensão dos cidadãos, em consonância com as boas práticas da governança pública.

No mundo globalizado, há necessidade de padronização de procedimentos para comparação de resultados. Nesse sentido é que o Conselho Federal de Contabilidade (CFC) editou tais normas, num processo de convergência aos padrões internacionais de contabilidade.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizada a metodologia científica denominada documentação indireta – pesquisa bibliográfica. Este tipo de pesquisa é dividido em pesquisa documental e pesquisa bibliográfica. Neste artigo foi adotada a pesquisa bibliográfica. Segundo Marconi & Lakatos (2003, p.183):

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico, etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisual: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Finanças Públicas – Histórico

Segundo a legislação vigente, inicia-se o estudo com a Lei nº 4.320, de 17 de

março de 1964, que estatui normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal.

Em 1988 foi aprovada uma nova Constituição em substituição à de 1967, mas mantendo os créditos da Lei nº 4.320/64. Uma novidade advinda com a Constituição atual é a criação dos instrumentos de planejamento e transparência em seu art. 165, que será abordado à frente: o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e os orçamentos anuais.

A Carta Magna, em seu art. 163, afirma que uma Lei Complementar disporá sobre finanças públicas. Esta lei (a Lei Complementar 101) já está em vigor desde 4 de maio de 2000 e estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal.

Pela Lei complementar nº 101, de 04 de maio de 2000, popularmente denominada Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), o conceito da responsabilidade do gestor público é fundamental e o insumo custo é ferramenta para construção de indicador de desempenho deste administrador público, que será avaliado não mais pela quantidade de realizações, mas pela qualidade e equilíbrio fiscal mantido quando da execução dessas realizações.

Por fim, em novembro de 2008, o Conselho Federal de Contabilidade editou as Normas Brasileiras de Contabilidade Aplicadas ao Setor Público (NBCASP), que também são conhecidas como Normas Brasileiras de Contabilidade Técnica (NBC T16), através de Resoluções, seguindo a hierarquia das normas brasileira de contabilidade. Essas normas técnicas vieram, ainda que tardiamente, para corrigir procedimentos incompletos ou incorretos adotados na Contabilidade Pública até hoje. Os contabilistas do setor público sempre deram ênfase à contabilização do Orçamento Público, esquecendo muitas vezes que o objeto da ciência contábil é o Patrimônio.

3.2 Normas Brasileiras de Contabilidade aplicadas ao setor público

A edição das NBCASP reforça a adoção de boas práticas contábeis que fortalecem a credibilidade da informação, facilita o acompanhamento e a comparação da situação econômico-financeira e do desempenho dos entes públicos, bem como possibilita a economicidade e eficiência na alocação de recursos públicos.

A Portaria MF nº 184/08 dispõe sobre as diretrizes, quanto aos procedimentos, práticas, laboração e divulgação das demonstrações contábeis, de forma a torná-las convergentes com as Normas Internacionais de Contabilidade Aplicadas ao Setor Público, publicadas pela International Federation of Accountants (IFAC).

A seguir, procurou-se destacar os aspectos mais relevantes de cada NBCASP.

3.2.1 NBC T 16.1 – Conceituação, Objeto e Campo de aplicação

Assim como toda ciência, a contabilidade tem seu objeto, objetivo e campo de aplicação.

Segundo a NBC T 16.1, o conceito de contabilidade aplicada ao setor público é ramo da ciência contábil que aplica, no processo gerador de informações, os PFC e as normas contábeis direcionados ao controle patrimonial de entidades do setor público. (art. 3)

O objeto da contabilidade é o patrimônio público (aqui entendidos somente os bens de uso especial e os bens dominiais). (art. 5)

3.2.2 NBC T 16.2 – Patrimônio e Sistemas Contábeis

A NBC T 16.2 define o Patrimônio Público como sendo o conjunto de bens e direitos, tangíveis e intangíveis, onerados ou não, adquiridos, formados, produzidos, recebidos, mantidos ou utilizados pela entidade do setor público, que seja portador

ou represente um fluxo de benefícios, presente ou futuro, inerente à prestação de serviços públicos. (art. 3).

Na contabilidade pública, até a edição das NBCASP utilizavam-se quatro sistemas: orçamentário, financeiro, patrimonial e de compensação.

Com a LRF o controle dos custos se tornou obrigatório. “A Administração Pública manterá sistema de custos que permita a avaliação e o acompanhamento da gestão orçamentária, financeira e patrimonial.” (Art. 50 § 3º).

A norma caracterizou que o Sistema Contábil consistia na estrutura de informações sobre identificação, mensuração, avaliação, registro, controle e evidenciação dos atos e dos fatos da gestão do patrimônio público, com o objetivo de orientar e suprir o processo de decisão, a prestação de contas e a instrumentalização do controle social. (art. 10).

3.2.3 NBC T 16.3 – Planejamento e seus instrumentos sob o enfoque contábil

A partir da promulgação da nossa Carta Maior, os instrumentos de planejamento são: plano plurianual, diretrizes orçamentárias e orçamento anual.

A Contabilidade Aplicada ao Setor Público deve permitir a integração dos planos hierarquicamente interligados, comparando suas metas programadas com as realizadas e evidenciando as diferenças relevantes por meio de notas explicativas. (art. 3)

Mas o que é um Plano Hierarquicamente Interligado? É o conjunto de documentos elaborados com a finalidade de materializar o planejamento através de programas e ações, compreendendo desde o nível estratégico até o nível operacional, bem como propiciar a avaliação e a instrumentalização do controle.

3.2.4 NBC T 16.4 – Transações no setor público

A NBC T 16.4 define que as Transações no Setor Público são os atos e os fatos que promovem alterações qualitativas ou

quantitativas, efetivas ou potenciais, no patrimônio das entidades do setor público, as quais são objeto de registro contábil em estrita observância aos PFC e às NBC. Elas se dividem por natureza em:

- 1 Econômico-financeira – aquelas originadas de fatos que afetam o patrimônio público, em decorrência, ou não, da execução de orçamento, podendo provocar alterações qualitativas ou quantitativas, efetivas ou potenciais;
- 2 Administrativa – aquelas originadas de atos administrativos, com o objetivo de dar cumprimento às metas programadas e manter em funcionamento as atividades da entidade do setor público. (art. 3)

Outra importante definição dada pela norma merece destaque: Variações Patrimoniais são as transações que promovem alterações nos elementos patrimoniais da entidade, mesmo em caráter compensatório, afetando, ou não, o seu resultado. (art. 4)

3.2.5 NBC T 16.5 – Registro contábil

A entidade do setor público deve manter procedimentos uniformes de registros contábeis, por meio de processo manual, mecanizado ou eletrônico, em rigorosa ordem cronológica, como suporte às informações, denominada formalidades da informação contábil. (art.3)

Mas o que é qualidade das informações contábeis? É o mesmo que informação com qualidade, informação precisa, clara, e correta em tempo hábil, ou algo concreto e objetivo, de uma maneira que fique clara e seja usada para tomada de decisões.

O patrimônio das entidades do setor público, o orçamento e sua execução e os atos administrativos que provocam efeitos de caráter econômico e financeiro no patrimônio devem ser mensurados ou avaliados monetariamente e registrados pela contabilidade. (art.17)

As transações no setor público devem ser reconhecidas e registradas integralmente no momento em que ocorrerem. (art. 18)

Os registros da entidade, desde que estimáveis tecnicamente, devem ser efetuados, mesmo na hipótese de existir razoável certeza de sua ocorrência. (art. 19)

Os registros devem ser realizados e os seus efeitos evidenciados nas demonstrações do período com os quais se relacionam, reconhecidos, portanto, pelos respectivos fatos geradores, **independentemente** do momento da execução orçamentária. (art. 20)

Os registros das transações das entidades devem ser efetuados considerando as relações jurídicas, econômicas e patrimoniais, prevalecendo nos conflitos a essência sobre a forma. (art. 21)

3.2.6 NBC T 16.6 – Demonstrações contábeis

No setor público, quando se fala em prestação de contas anual, pensa-se logo em Balanço Geral, ou seja, nos anexos da Lei nº 4.320/64. Contudo, as peças propriamente contábeis são: Balanço Orçamentário (anexo 12), Balanço Financeiro (anexo 13), Balanço Patrimonial (anexo 14) e Demonstração das Variações Patrimoniais (anexo 15); e os quadros demonstrativos constantes dos Anexos números 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16 e 17. Porém, a NBC T 16.6 inovou com a criação de dois novos demonstrativos: a Demonstração do Fluxo de Caixa e a Demonstração do Resultado Econômico.

O Balanço Patrimonial foi alterado, de modo que sua apresentação e comparação sejam semelhantes ao Balanço da Contabilidade Geral, segregando os elementos Ativos e Passivos em Circulante e Não Circulantes, conforme o grau de conversibilidade (realização) ou exigibilidade.

O Balanço Orçamentário, tradicionalmente que segregava receitas e despesas (orçamentárias) por categoria econômica, agora deve apresentar as receitas por fontes e despesas por grupo de natureza e será acompanhado do anexo das despesas

por função e subfunção e, opcionalmente, por programa. (arts. 20 e 21)

Já o Balanço Financeiro apresentava os ingressos orçamentários por categoria econômica e os dispêndios por função, bem como os recebimentos e os pagamentos de natureza extraorçamentária, conjugados com os saldos em espécie, provenientes do exercício anterior, e os que se transferiam para o exercício seguinte.

Conforme o art. 104 da Lei nº 4.320/64, a Demonstração das Variações Patrimoniais (DVP) evidenciará as alterações verificadas no patrimônio, resultantes ou independentes da execução orçamentária, e indicará o resultado patrimonial do exercício.

Com a edição da NBC T 16.6, a DVP evidencia as variações quantitativas e qualitativas resultantes e as independentes da execução orçamentária, bem como o resultado patrimonial. (art. 25)

A Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC) tem por objetivo projetar cenários de fluxos futuros de caixa e elaborar análise sobre eventuais mudanças em torno da capacidade de manutenção do regular financiamento dos serviços públicos. (art. 30)

Já a Demonstração do Resultado Econômico tem por objetivo evidenciar o resultado econômico de ações do setor público e deve ser elaborada considerando sua interligação com o sistema de custos.

Por fim, as Notas Explicativas demonstram quais os critérios foram utilizados na elaboração das demonstrações contábeis, das informações de naturezas patrimonial, orçamentária, econômica, financeira, legal, física, social e de desempenho e outros eventos não suficientemente evidenciados ou não constantes nas referidas demonstrações. (art. 41)

3.2.7 NBC T 16.7 – Consolidação das demonstrações contábeis

Até a edição da LRF, que determina a consolidação das contas (Art. 50, III), não era comum a publicação de demonstrativos contábeis consolidados.

A consolidação das contas permite uma melhor análise do Ente Federativo, uma vez que evidencia sua situação econômico-financeira. Isto porque o Poder Executivo (Administração Direta) praticamente sustenta a máquina pública através da sua Receita derivada (tributária), bem como sustenta as despesas da Administração Indireta e dos demais poderes.

Alguns procedimentos devem ser adotados para a consolidação das demonstrações:

- a) No processo de consolidação devem ser consideradas as relações de dependência entre as entidades do setor público (art. 4);
- b) As demonstrações consolidadas devem abranger as transações contábeis de todas as unidades contábeis incluídas na consolidação (art. 5);
- c) Os ajustes e as eliminações decorrentes do processo de consolidação devem ser realizados em documentos auxiliares (art. 6);
- d) As demonstrações contábeis, para fins de consolidação, devem ser levantadas na mesma data (art. 7).

3.2.8 NBC T 16.8 – Controle interno

Toda organização deve preocupar-se com o controle interno. Ainda mais em se tratando do poder público.

A NBC T 16.8 trouxe o conceito de controle interno: sob o enfoque contábil, compreende o conjunto de recursos, métodos, procedimentos e processos adotados pela entidade do setor público, com a finalidade de:

- a) Salvaguardar os ativos e assegurar a veracidade dos componentes patrimoniais;
- b) Dar conformidade ao registro contábil em relação ao ato correspondente;
- c) Propiciar a obtenção de informação oportuna e adequada;
- d) Estimular adesão às normas e às diretrizes fixadas;

- e) Contribuir para a promoção da eficiência operacional da entidade;
- f) Auxiliar na prevenção de práticas ineficientes e antieconômicas, erros, fraudes, malversação, abusos, desvios e outras inadequações. (art. 2)

3.2.9 NBC T 16.9 – Depreciação, amortização e exaustão

Tradicionalmente, no setor público, não se fazia cálculo de depreciação, amortização e exaustão, pois não havia previsão legal (Lei nº 4.320/64). Tal impropriedade prejudicava a correta avaliação patrimonial de qualquer entidade. Mas, com a edição da NBC T 16.9, a aplicação tornou-se obrigatória.

Para o registro da depreciação, amortização e exaustão, devem ser observados os seguintes aspectos:

- a) Obrigatoriedade do seu reconhecimento;
- b) Valor da parcela que deve ser reconhecida no resultado como decréscimo patrimonial, e, no balanço, representada em conta redutora do respectivo ativo;
- c) Circunstâncias que podem influenciar seu registro. (art. 3)

3.2.10 NBC T 16.10 – Avaliação e mensuração de ativos e passivos em entidades do setor público

A Lei nº 4.320/64, em seu art. 106, trata de alguns aspectos, em termos de avaliação e mensuração de ativos e passivos:

- I - os débitos e créditos, bem como os títulos de renda, por seus valores nominais, feitas as conversões, quando em moeda estrangeira, à taxa de câmbio vigente na data do balanço;
- II - os bens móveis e imóveis, pelo valor de aquisição ou pelo custo de produção ou de construção;
- III - os bens de almoxarifado, pelo preço médio ponderado das compras.

Avaliar é atribuir e mensurar é constar.

A Lei nº 4.320/64, em seu art. 106, § 3º, diz que **poderão** ser feitas reavaliações dos bens móveis e imóveis. Porém, a prática mostra que muitos entes federativos não o faziam pela faculdade e comodidade dada pela lei. Já pela NBC T 16.10, a reavaliação tornou-se obrigatória, ou seja, exige-se que seja feita a adoção do valor de mercado ou de consenso entre as partes para bens do ativo, quando esse for superior ao valor contábil.

Outra inovação desta NBCASP é que se adote no Setor Público a Redução ao valor recuperável, ou *impairment*, como é mais conhecido. Esta técnica é o ajuste ao valor de mercado ou de consenso entre as partes para bens do ativo, quando esse for inferior ao valor contábil.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que foi evidenciado neste trabalho, observa-se que as Normas Brasileiras de Contabilidade aplicadas ao Setor Público apresentam mais credibilidade e valorizam a transparência da informação pública, através das suas demonstrações contábeis, agora vistas sob a ótica patrimonial e não estritamente orçamentária, como fora o principal objeto até então.

Pode-se concluir, através da pesquisa bibliográfica, que há necessidade de se atender aos dispositivos legais, não apenas para seu cumprimento, mas também para uma maior qualidade e transparência na informação dos gastos públicos.

A correta aplicação dos recursos públicos impõe ao Governante a tarefa de pensar o futuro valorizando a informação contábil, pois é o instrumento com o qual se decide quais são os investimentos prioritários para um projeto consistente de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <<http://>

www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 8 maio 2009.

BRASIL. *Decreto n.º 4.536*, de 28 de janeiro de 1922. Coleção de Leis do Brasil de 1922, vol. 1 pág. 621. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Historicos/DPL/DPL4536.htm>. Acesso em 8 maio 2009.

BRASIL. *Lei n.º 4.320*, de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 23 mar. 1964.

BRASIL. *Lei Complementar n.º 101*, de 4 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 05 maio 2000.

BRASIL. *Portaria n.º 184*, de 25 de agosto de 2008 do Ministério da Fazenda. Dispõe sobre as diretrizes a serem observadas no setor público (pelos entes públicos) quanto aos procedimentos, práticas, laboração e divulgação das demonstrações contábeis, de forma a torná-los convergentes com as Normas Internacionais de Contabilidade Aplicadas ao Setor Público. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 26 ago. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.111*, de 29 de novembro de 2007. Aprova o Apêndice II da Resolução CFC n.º 750/93 sobre os Princípios Fundamentais de Contabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 5 dez. 2007.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.128*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.1 – Conceituação. Objeto e Campo

de Aplicação. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.129*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.2 – Patrimônio e Sistemas Contábeis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.130*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.3 – Planejamento e seus Instrumentos sob o Enfoque Contábil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.131*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.4 – Transações no Setor Público. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.132*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.5 – Registro Mercantil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.133*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.6 – Demonstrações Contábeis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.134*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.7 – Consolidação das Demonstrações Contábeis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.135*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a

NBC T 16.8 – Controle Interno. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.136*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.9 – Depreciação, Amortização e Exaustão. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *Resolução CFC n.º 1.137*, de 21 de novembro de 2008. Aprova a NBC T 16.10 – Avaliação e Mensuração de Ativos e Passivos em Entidades do Setor Público. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 nov. 2008.

IUDICIBUS, S. *Teoria da contabilidade*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MEIRELLES, H. L. *Direito administrativo brasileiro*. 32. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.

SILVA, M. M.; AMORIM, F. A.; SILVA, V. L. *Lei de Responsabilidade Fiscal para os Municípios: uma abordagem prática*. São Paulo: Atlas, 2004.

SILVA, L. M. *Contabilidade governamental: um enfoque administrativo*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Para contato com o autor:

mbernardinos@gmail.com

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: DIMENSÕES PARA SUA INTEGRAÇÃO NAS EMPRESAS EM REDES

Sergio Luiz Kyrillos

Doutorando em Engenharia de Produção – PPGE Unip
Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo
Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial

Francisco José Santos Milreu

Doutorando em Engenharia de Produção – PPGE Unip
Professor da Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS
Coordenador do Curso de Administração da Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas – Centro Universitário Fundação Santo André

José Benedito Sacomano

Doutor em Engenharia Mecânica – Universidade de São Paulo
Professor Titular e orientador – PPGE Unip

José Paulo Alves Fusco

Livre Docente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) – Campus Bauru
Doutor em Engenharia de Produção – Universidade de São Paulo (USP)
Professor Titular, orientador – PPGE Unip

O foco deste estudo teórico é refletir acerca dos fatores capazes de interferir sobre o Planejamento e Controle da Produção (PCP) em Redes de Empresas. Observar essa tendência de organização da produção e do trabalho, no ambiente dos negócios em nível mundial, apurando quais os fatores essenciais para a integração do PCP, considerando as necessidades das empresas que trabalham em rede, torna-se relevante face aos avanços da participação dos clientes sobre a definição dos produtos consumidos. Considerando que o mundo depende da produção de bens e serviços e da geração de riquezas, então a análise das alterações ocorridas sobre os processos produtivos e da integração das cadeias produtivas, a partir das demandas oriundas do mercado e do ambiente social, torna-se fundamental para entender a evolução do pensamento administrativo.

Palavras-chave: Planejamento e controle da produção. Redes simultâneas. Redes de empresas.

The aim of this paper is to reflect upon the factors that can affect the Production Planning and Control (PPC) in Network Business. To observe the trend of the production and labor organization, in the business environment worldwide, and to reflect upon what the essential factors for integrating the PPC, considering the needs of companies working in the network, become relevant concerning the advances of clients' participation in the definition of the products consumed. Taking into consideration that the world depends on the production of goods and services and wealth generation, then the analysis of the flow of inputs, raw materials and information, the changes on productive processes and services and the integration of production networks, considering the demands which come out of the market and of the social environment, become critical to understand this new form of business organization and evolution of management thought.

Keywords: Production Planning and Control. Concurrent Networks. Enterprise Networks.

1 INTRODUÇÃO

Considerando Vollmann et al. (2006), os sistemas de PCP se ocupam do planejamento e controle de todos os aspectos da produção, do gerenciamento de materiais, da programação de máquinas, da coordenação de pessoas, fornecedores e clientes-chave. Desta maneira, o presente artigo contempla uma observação teórica para encontrar as respostas aos principais fatores que determinarão a formatação da estrutura do PCP, que possa atender às empresas que trabalham em rede fornecendo um ou mais produtos para o mercado, utilizando os conceitos de redes simultâneas. Hoje as organizações estão se estruturando em redes de empresas que passam a ser uma evolução do pensamento administrativo além de um novo paradigma produtivo. Kyrillos, Milreu & Sacomano (2009) defendem que duas grandes estruturas podem ser consideradas para a formatação de um PCP em redes de empresas: a Governança da Corporação e a Governança da Rede e das operações.

Um indicativo de estruturação do PCP em redes pode ser observado na fábrica de caminhões da MAN Latin América - Volkswagen, em Resende. Nesse formato, os modulistas, que são os nós da rede, se relacionam visando fabricar um produto e entregá-lo para o seu cliente. Isso tudo a partir da governança exercida pela corporação.

Ao analisar o planejamento de Ford e Taylor percebe-se que o PCP vem até meados do século XX, décadas de 50/60, com uma configuração referenciada com o ponto de recomendação ou PCP convencional, sob a égide do teorema do lote mínimo conforme defendem Buffa e Sarin nos EUA, Burbidge na Inglaterra e Zaccarelli no Brasil. Neste período o que prevaleceu no PCP foi a ótica da produção empurrada.

Após esta fase, Taichi Ohno no Japão e Orlich no EUA mudam os paradigmas para a produção puxada, cujo elemento principal, o JIT - *Just in Time* - mostra que o estoque é um desperdício. O mesmo contempla alguns elementos, que até então não se viam na manufatura: o *lay out* celular, o operário

multifuncional, a troca rápida de ferramenta, e principalmente a qualidade total por toda a empresa e o sistema Kanban.

Na década de 70 surge nos EUA, dentro da IBM, um sistema informatizado chamado de MRP I - (*Materials Resources Planning*), cujas características principais estão na determinação do plano mestre de produção a partir das listas de materiais e dos *lead times* que são construídos a partir da base da pirâmide até se chegar ao item maior, baseados na demanda dependente, pois o item maior (item pai) depende de todos os outros componentes.

Com a utilização desta tecnologia emergente, os avanços no tratamento da informação e o processamento dos planos que envolvem a produção ganharam força nas décadas seguintes, evoluindo para o MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), envolvendo os inúmeros recursos da manufatura.

Os sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*) foram os que propiciaram a integração de todos os conceitos dentro de uma unidade fabril. Com seus objetivos de planejar e controlar o processo de manufatura em todos os níveis, incluindo materiais, equipamentos, pessoas, fornecedores e distribuidores, permitiram, de maneira integrada, que as decisões operacionais sobre o que, quando, quanto e como produzir e comprar pudessem ser abordados de maneira sistêmica e estratégica; ditada, portanto, pelos objetivos de mercado e da organização.

Com o surgimento de novas formas de relacionamento interorganizacionais, com as exigências dos clientes em custo, qualidade, entrega, tecnologia e ciclo de vida, como resultado da globalização da competição e com a revolução da informação, surge a utilização do SCM (*Supply Chain Management*), envolvendo a administração e integração de todas as atividades resultantes do relacionamento entre os parceiros, de modo a alcançar um poder competitivo sustentável. Com estas ferramentas, tornou-se possível desenvolver novas concepções do PCP, a exemplo da Manufatura Enxuta, Manufatura Responsiva, Customização em Massa e Manufatura Ágil, entre outras.

Ao final, conclui-se que são muitas as variáveis capazes de definir as bases para a elaboração de uma abordagem tanto para empresas isoladas quanto para aquelas que se organizam em redes. Conclui-se também que os modelos não esgotam todas as dimensões de análise, fazendo com que os administradores tenham que recorrer a múltiplas fontes de pesquisa em busca da composição de uma alternativa mais eficaz e eficiente no sentido de adaptação às necessidades de suas operações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Governança das Corporações

O conceito de governança é abordado em múltiplas áreas do conhecimento e sob várias perspectivas teóricas. Segundo Milani (1999), a noção de governança é ligada à ideia de “gestão do desenvolvimento”; um conjunto de mecanismos de administração do sistema social e de ações organizadas no sentido de garantir a segurança, a prosperidade, a coerência e a continuidade do próprio sistema. A governança corresponde às formas de administração que melhor atendam aos anseios da maioria dos atores, gerando uma gestão saudável do desenvolvimento.

Os pressupostos, que asseguram o equilíbrio geral, segundo Oliveira (1999), caracterizam a constância no intercâmbio de energia no ambiente. O princípio básico é o da preservação do caráter do sistema, com a intenção de fazer com que o mesmo continue a ser coerente com os objetivos a serem alcançados e levados a efeito de forma dinâmica, com ganhos contínuos em todo o sistema. Assim, a heterostase, que é obtida pela realimentação de cada partícipe, explica, para os sistemas empresariais, os processos de crescimento e diversificação e os novos níveis de equilíbrio que são estabelecidos.

O conceito de sistema aberto é uma das formas de descrever as organizações modernas. São definidas como constituídas de diversas partes interdependentes que se relacionam a fim de alcançar objetivos comuns, ao mesmo tempo estão em constante interação dinâmica com o

meio ambiente: sejam clientes, fornecedores, concorrentes, entidades sindicais, órgãos governamentais e outros agentes externos. Esta abordagem pressupõe que a interação das corporações aconteça através da assimilação de entradas (*inputs*), que tem como resultado uma retroalimentação (*feedback*) do meio ambiente. Estas entradas e saídas (*outputs*) são de naturezas muito distintas, como: informação, energia, materiais, pessoas, dinheiro, tecnologia e outros recursos (CHIAVENATO, 2000).

A importância deste conceito de organização é que valoriza os efeitos da interação dinâmica da corporação com os outros agentes do mercado, que representa um aspecto determinante para sua competitividade.

Silva (1997) afirma que as partes ou subgrupos da organização, isoladamente, não têm as mesmas características e comportamentos que o sistema como um todo, isto é, o sistema é mais que a soma de suas partes. Esta capacidade de ampliar e potencializar os resultados através do esforço simultâneo de todos os integrantes de um sistema, a um nível superior, que é a soma dos resultados individuais das partes, é denominado de sinergia, uma característica básica da organização vista pela abordagem sistêmica.

Segundo Chiavenato (2000), as organizações são definidas a partir do seu processo de interação dinâmica com o meio ambiente, o qual é constituído por outras organizações. Portanto, não existe uma clara delimitação das suas fronteiras, uma vez que são definidas a partir do intercâmbio de recursos e informação com seu ambiente. Outra característica apontada pelo autor é que os processos internos às organizações formam subsistemas em interação dinâmica uns com os outros, os quais são mutuamente dependentes e têm seu comportamento afetado por quaisquer mudanças em um deles.

Silva (1997) conclui que, estruturalmente, pode separar as partes de um sistema como se fossem divisíveis, porém, funcionalmente, o sistema forma um todo completo, que perderia suas características específicas se qualquer parte for separada, ressaltando que a síntese é a melhor maneira de descrever estes fenômenos. Dessa forma, a regras para a governança atuam de

forma sistêmica nas corporações, no mercado, na sociedade e nos órgãos do governo, cada qual com suas regras estabelecidas, buscando o equilíbrio em relação aos objetivos.

Cornforth (2003) propõe que as abordagens teóricas que tratam do tema da governança vêm de seis diferentes vertentes: a teoria da agência (*the agency theory*), *the stewardship theory*, a teoria da dependência de recursos, a perspectiva democrática, a teoria dos *stakeholders* e a teoria da hegemonia gerencial, elucidando de forma sucinta o conteúdo de cada uma das seis perspectivas teóricas no quadro 1.

A apresentação das perspectivas teóricas acentua o que cada uma delas compreende como sendo o papel do conselho de administração, considerado como ator central para o desenvolvimento da governança.

As seis perspectivas teóricas dão especial atenção à compreensão do papel do conselho de administração (responsabilidades, natureza e forma de intervenção na organização). Individualmente, cada vertente oferece uma visão unidimensional de governança.

2.2 Rede de Empresas

Benko (1996) entende rede como sendo “a dimensão espacial de uma forma de regulação entre unidades produtivas” e, mais, acentua também que “governança corresponde ao modo de regulação dessas relações”. Storper & Harrison (1994) abordam o conceito de governança nas cadeias de produção por meio de uma análise da hierarquia que se constrói internamente a elas, utilizando o

Perspectiva Teórica	Principais idéias e papel cabido ao conselho de administração
Teoria da Agência	Proprietários (ou acionistas) e administradores têm interesses diferentes. Governança é um conjunto de práticas pelas quais o conselho de administração garante o controle dos atos dos gestores, face aos interesses dos acionistas. O papel do conselho de administração tem ênfase em ações de controle e rigor na transparência na prestação de contas por parte dos gestores (<i>accountability</i>).
<i>Steward-ship theory</i>	Acionistas e administradores são vistos como parceiros, com interesses que se harmonizam. Governança de natureza estratégica, com ênfase em ações de incremento da <i>performance</i> organizacional. O conselho de administração deve assegurar a conformidade entre os interesses de ambos. Deve agir positivamente para incremento dos resultados da organização.
Teoria da Dependência de recursos	Organizações dependem fortemente da relação com o ambiente externo para sobreviver. Governança é um conjunto de práticas para desenvolver a relação com o ambiente externo, de modo a conseguir todos os recursos e informações necessárias e assegurar sua sobrevivência. Conselho de administração composto por membros tanto da organização, quanto do ambiente externo. Seu papel é ampliar as fronteiras e criar ligações com o meio externo. É crucial trazer para organização uma rede de conhecimentos.
Perspectiva Democrática	Ideias-chaves incluem eleições diretas em razão de cada indivíduo deter um voto. Há pluralismo de ideias, transparência de ações para o eleitorado, separação entre eleitos para funções legislativas e executivas. Governança é o ato de estabelecer práticas que representem os interesses de um ou mais grupos que constituem a organização que ela se dispõe a atender. O conselho é a instância máxima de representação dos diversos grupos de interesses. Seu papel é escolher ou resolver entre as possibilidades de ação e definir políticas para levá-las a cabo.
Teoria dos <i>Stakeholders</i>	O conceito central é que organizações atendem ao interesse de vários grupos na sociedade e não apenas o interesse de acionistas ou proprietários. Governança é um composto de práticas para que a organização responda aos interesses de múltiplos <i>stakeholders</i> e não de apenas um grupo. O conselho de administração deve ser composto pela maior diversidade possível, contemplando o máximo de parceiros relevantes para a organização.
Teoria da Hegemonia gerencial	Ainda que os acionistas detenham legalmente a propriedade da organização, são os administradores que exercem o controle. O conselho de administração tem papel simbólico. São os administradores que conhecem o empreendimento

Quadro1: Perspectivas teóricas - adaptado de Cornforth (2003).

conceito de sistema produção e definindo a estrutura de coordenação a partir das iterações que se consolidam ao longo das cadeias de suprimentos, verificadas as relações verticais e horizontais das organizações. Essas relações podem ser geridas por meio do mercado ou através de processos mediados pelos agentes formadores das cadeias.

A partir desses conceitos pode-se dizer que a atividade produtiva, na forma de redes de empresas, independe da existência de uma rede formal, conforme proposto teoricamente pela academia. Entretanto, além de oportuno é conveniente ressaltar que Sacomano Neto (2004) apresenta o potencial vantajoso de se utilizar a organização em rede como uma ferramenta poderosa de se obter governança para controlar eficaz e eficientemente o sistema de operações. Utilizando o conceito de Fusco et al. (2003) é possível conceber o modelo representado na figura 1, no qual a rede de operações, configurada em modo tridimensional, vincula e faz interagir as seguintes redes complementares: a dos negócios, a do valor e a física.

Tratando-se das organizações produtivas de modo geral e da indústria em particular, alguns itens envolvem maior grau de complexidade e para produzi-los os países emergentes têm sido considerados atrativos para as organizações transnacionais, entendidas como entidades autônomas possuidoras de planejamento estratégico (vinculado à rede de negócios) e planejamento da produção (vinculado à rede física) e estruturadas sobre bases internacionais; sem vínculo a qualquer país, nem mesmo àquele em que possui suas origens.

Sacomano Neto & Iemma (2004) destacam fatores referentes a essa atratividade no que se refere à indústria automobilística, que é capaz de mobilizar uma imensa cadeia de produção e dessa forma pode ter seus conceitos expandidos para outros segmentos industriais. Entre vários, podemos ter um rápido crescimento do mercado consumidor ou diferentes campos para novos experimentos organizacionais e trabalhistas, ou ainda unidades de produção em localidades com custos mais baixos.

Williamson (1991) afirma que para haver governança devem existir três fatores: o grau de completude do contrato, a possibilidade de não cumprimento de promessas e o grau de identificação entre as partes. Nesta abordagem os assuntos considerados têm implicações profundas uns com os outros e ao se optar por um determinado papel estratégico em uma planta ou na rede, optar-se-á por um determinado nível de custo de transação entre os atores.

2.3 REDE DE OPERAÇÕES

2.3.1 Rede de negócios

Na visão de Fusco, a rede de negócios prevê a cooperação entre empresas em busca de novas oportunidades de negócios, projetos e colaboração, no sentido de atingir objetivos que, sozinhas, não poderiam alcançar. As empresas que fazem parte da rede de negócios desempenham as atividades demonstradas no quadro 2, com seus atores.

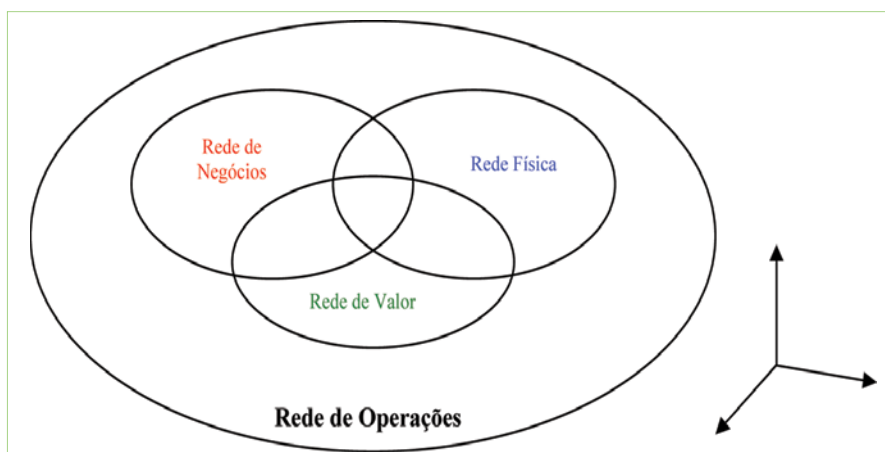


Figura 1: As redes simultâneas.

	Atividades ou Funções	Quem Participa (Atores)
Rede de Negócios	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar quem faz o quê dentro da rede global; - Desenvolver as atividades comerciais e de negócio; - Descobrir tais necessidades e repassar para os parceiros de negócios; - Desenvolver e executar atividades para facilitar o acesso de clientes a produtos e serviços (sob o ponto de vista financeiro); - Dar input para as atividades de produção; - Aferir e medir as necessidades ditadas por um determinado mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atacadista: viabiliza a penetração em mercados, viabiliza a distribuição de produtos das empresas em várias regiões; - Empresas com suas áreas comerciais e de marketing; - Empresas de pesquisa de mercado; - Intermediários financeiros: viabilizam a compra de bens pelos clientes finais, varejo ou atacadista, utilizando linhas de crédito próprias, de terceiros, financeiras ou bancos. Viabilizam operações em geral para a produção e distribuição; - Representante comercial: sabe quem ou qual região precisa do que e viabiliza sua exploração comercial; - Varejistas: viabilizam penetração em mercado e distribuição em várias regiões; Seguradoras.

Quadro 2: Rede de negócios. Fonte: Fusco et al., 2003.

Ainda, segundo os autores, as empresas buscam uma união com o fim de alcançar vantagens de escala, escopo e velocidade, aumentar sua competitividade em mercados, tanto domésticos quanto internacionais, estimular novas oportunidades de negócio, inovar e comercializar novos produtos e serviços, aumentar exportações, formar novas bases de capitais, criar novos negócios e reduzir custos.

Os fornecedores direcionam os insumos e matérias-primas para a planta produtiva, onde estes são transformados em produtos/serviços aos clientes. Por sua vez, Gattorna & Walters (1996) sugerem que não é possível considerar somente os custos. É necessário que os benefícios de valor, disponíveis no pacote total, também se façam contemplar. Segundo os autores, há valor, por exemplo, nos serviços de um fornecedor que proporcionem o aumento da habilidade em servir seus consumidores.

Portanto, uma rede de negócios é um grupo de empresas que cooperam e colaboram na procura de novas oportunidades de negócios. Empresas reúnem-se para pesquisar, desenvolver, produzir, distribuir novos produtos e serviços, conjuntamente, procurando otimizar seus recursos, dispor suas competências essenciais aos demais atores participantes. Compartilham recursos e conhecimento para alcançar mercados que provavelmente sozinhos dificilmente conseguiriam. Quando os atores de uma rede de empresas operam juntos, observam-se sinais claros de que o grau de confiança (*trust*) entre os participantes é elevado

e provavelmente estratégias organizacionais estão sendo compartilhadas.

2.3.2 Rede de valor

A rede de valor representa o conjunto de caminhos para obter as condições objetivas que permitam atender às necessidades do cliente. A definição dos principais objetivos a serem atingidos pelas firmas dentro da rede representa também uma parte importante para entender quais são os processos realmente críticos e espalhar estas informações ao longo do grupo de relações. Nela são desempenhadas as atividades demonstradas no quadro 3.

As pressões competitivas crescentes, que caracterizam muitos setores, estão forçando as companhias a adotarem uma perspectiva dos seus consumidores finais numa tentativa de entender o que eles consideram ser os elementos-chave num sistema de fornecimentos e, assim, determinar o valor recebido (PAROLINI, 1999). Para permitir que seja proposta essa nova abordagem, é necessária a sugestão de um novo modelo – a rede de valor – que assume os sistemas de criação de valor como um objeto fundamental de investigação e suas atividades como unidades básicas de análise. O primeiro pesquisador a explorar as tarefas e os papéis dentro de um processo mais amplo de entrega e satisfação ao consumidor foi Michael Porter, com o conceito de cadeia de valor.

	Atividades ou Funções	Quem Participa (Atores)
Rede de Valor	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar quem faz o quê dentro da rede global; - Desenvolver alternativas para obtenção das condições que permitem atender (via produto e serviço) às necessidades que os clientes consideram importantes; - Aferir e medir a obtenção dos valores definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas ou atores (dentro da rede de formação de valor) sob a ótica dos clientes; - Empresas com suas áreas de projeto de produtos e serviços e processos; - Empresas ou atores ligados à obtenção de um determinado item de valor (uma instituição financeira, se ela for responsável pela colocação do produto mais próximo do alcance do poder aquisitivo do mercado que se deseja atingir)

Quadro 3: Rede de valor. Fonte: Fusco et al., 2003.

Parolini (1999) propõe que a perspectiva de uma análise estratégica necessita de uma visão mais ampla das companhias individuais para os SCV (Sistemas de Criação de Valor) e, com isso, uma definição detalhada assim como “em que grau tais sistemas podem ser definidos como sendo uma série de atividades que criam valor” (FUSCO et al., 2005).

Qual o grau em que essas atividades são realizadas, valendo-se dos recursos humanos, tangíveis e intangíveis? Como elas estão ligadas a fluxos de materiais, informação, recursos financeiros e relacionamentos influentes? Em qual medida os consumidores finais (não somente recebem e consomem o valor criado), mas também participam das atividades de criação de valor? Em qual medida tais atividades podem ser governadas pelo mercado, por uma hierarquia ou alguma forma intermediária de coordenação (redes de empresas)? Qual a ocorrência de vários atores econômicos participando de um único SCV (empresas, famílias, entidades públicas, entre outras) por tomar responsabilidade de uma ou mais atividades? E em qual medida

um dado ator econômico pode participar em mais de um SCV?

2.3.3 Rede Física

À medida que o desenvolvimento da tecnologia se acelera, torna-se cada vez mais difícil às empresas manterem as condições adequadas dos desenvolvimentos tecnológicos e de processos nas áreas em que concorrem, de modo a manterem atualizados os produtos e serviços que oferecem ao mercado. Isso tem imposto uma necessidade de concentração em suas competências essenciais, delegando a terceiros parcelas cada vez mais substanciais, não só da produção de partes de seus produtos e serviços, mas também do próprio desenvolvimento destas partes. Tais movimentos por parte das empresas têm aumentado bastante a quantidade e a intensidade de trocas nas interfaces da cadeia de suprimento em que se encontram, além de tornarem-se mais complexas. Quem participa da rede física tem suas atividades demonstradas no quadro 4.

	Atividades ou Funções	Quem Participa (Atores)
Rede Física	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar quem faz o quê dentro da rede global; - Atender a programas de pedidos considerando os valores e metas definidas; - Desenvolver alternativas para a obtenção de cada uma das condições físicas (ou objetivas) que levem ao atendimento das necessidades definidas; - Viabilizar o atendimento físico (ou objetivo) das necessidades definidas; - Operacionalizar o fluxo físico de bens ou linhas de fluxo de serviço entre os atores principais da rede de operações e entre estes e o mercado atendido; - Aferir e o grau de atingimento dos valores e metas definidas; - Aferir e medir variáveis de fluxo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas que efetivamente produzem os bens e serviços (físicos ou não) que contêm os valores que se deseja para atendimento de mercado; - Empresas que transportam (físicamente ou não) bens e serviços entre os envolvidos nas operações; - Empresas que operacionalizam (físicamente ou não) a distribuição de produtos e serviços ao mercado.

Quadro 4: Rede física. Fonte: Fusco et al., 2003.

É a partir do relacionamento na rede física, em que encontramos atores fornecendo e adquirindo suprimentos e serviços, que se inicia o aprofundamento das relações que leva à análise da possibilidade de se firmar parcerias num grau de maior confiabilidade. A rede física é de fato aquela que faz os negócios acontecerem concretamente, que movimenta insumos e matérias-primas de fornecedores para as plantas produtivas, produz fisicamente os bens e serviços, movimenta internamente os materiais em processo, armazena e distribui os resultados do processo entre os diversos clientes.

2.4 Governança da Rede

As firmas adotam novas formas organizacionais através da cooperação produtiva e tecnológica para responder às demandas do ambiente. “A relevância deste conceito de estrutura em redes decorre de sua capacidade em captar a crescente sofisticação das relações interindustriais que caracterizam a dinâmica econômica contemporânea” (BRITTO, 2002). O autor afirma que a análise das redes tem contribuído para a análise de diferentes temas, como:

- Alianças estratégicas e outras formas de cooperação produtiva e tecnológica.
- Interação para viabilizar uma determinada inovação e sistemas flexíveis de produção baseados em relações estáveis de cooperação entre empresas.
- Distritos industriais baseados na aglomeração espacial de empresas e outras instituições que interagem entre si no âmbito de determinada região.

- Sistemas nacionais de inovação baseados na especialização e interação de diversos tipos de agentes envolvidos com atividades inovadoras vinculando processos de subcontratação por empresas especializadas. Relações estruturadas em redes verticais internas às cadeias produtiva (por exemplo: relação montadora e fornecedores)

As análises das redes contribuem para um debate teórico, investigando conceitos diversos: confiança x oportunismo; organizações formais x informais.

As redes são caracterizadas pelos canais de interdependência encontrados nos distritos industriais e por suas práticas típicas, como os contratos relacionais e a manufatura colaborativa.

As formas de coordenação e os arranjos institucionais podem ser representados pela figura 2, com o modelo de Hollingsworth & Boyer (1997), que apresenta uma matriz relacionando no eixo horizontal as diferentes formas de coordenação, relacionando mercado e a hierarquia das relações de poder. No eixo vertical, contempla a visão econômica em que o indivíduo age por interesse próprio ou em obediência às normas sociais que guiam a ação humana.

As instituições estão inseridas em um sistema social de produção. A cultura, a política, as limitações técnicas e de materiais são alguns elementos que formam a estrutura social da produção e os novos arranjos institucionais podem ser compreendidos através da combinação das duas dimensões: a natureza das ações e a distribuição de poder. As redes exibem variados conjuntos de interesses próprios e obrigações sociais, tanto nas relações simétricas como nas relações assimétricas de poder.

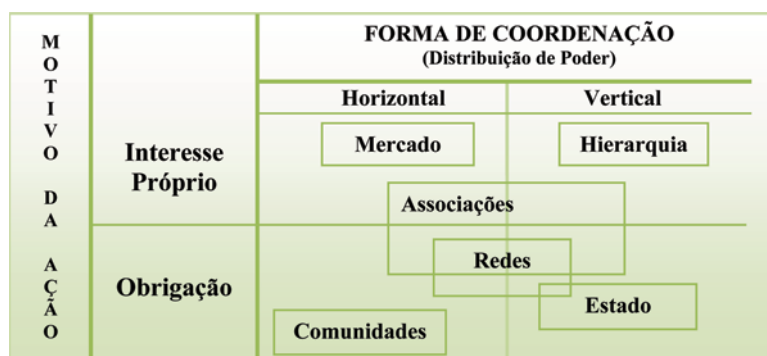


Figura 2: Arranjos institucionais e as formas de coordenação. Fonte: Hollingsworth e Boyer, 1997.

O mercado combina os interesses próprios com a coordenação horizontal. As associações coletivas e o estado são requisitados a exigir e aplicar as regras formais para o controle dos atores. Na hierarquia, os atores estão interligados através de uma autoridade formal existente.

Nas comunidades, os atores estão ligados por um interesse comum. São arranjos institucionais baseados na confiança, reciprocidade e obrigações.

2.4.1 Tipologia das Redes

Para reduzir o amplo espectro de aspectos a se analisar no sentido de compreender a dinâmica das redes, Grandori & Soda (1995) propõem a tipologia conhecida como interfirmas, descritas e classificadas conforme quadro 5:

As *joint ventures* são definidas como a junção de duas ou mais firmas que conduzem atividades e criação conjuntas e são proprietárias e gestoras de uma terceira empresa, que necessita de diversos mecanismos de coordenação, comunicação, decisões compartilhadas e processos de negociação para balancear os acordos de capitais.

Apresentam efetividade para a regulação das trocas em pesquisa e desenvolvimento, atividades inovadoras, produção de alta tecnologia ou produção altamente automatizada. A simetria de investimentos em ações é caracterizada como um tipo simétrico de aliança, apesar de não ser uma condição obrigatória (SACOMANO NETO, 2004). A *capital ventures* é um tipo de rede proprietária assimétrica em que um investidor financia um outro participante da rede, que está com

Tipo de Rede	Características
Sociais Simétricas	Laços pessoais fortes. Forte compartilhamento de normas entre o grupo e valores culturais. Utilização de mecanismos de controle social a exemplo da reputação e das sanções de parte do grupo diante do comportamento oportunista. Estão presentes em distritos industriais como o tradicional distrito industrial <i>marshalliano</i> e baseadas em relações horizontais entre pequenas empresas do mesmo setor. Também presentes nos polos de alta tecnologia.
Sociais Assimétricas	Possuem a figura de um agente central ou empresa-mãe, a exemplo dos complexos automotivos e <i>keiretsu</i> japoneses. Tendem a ser redes verticais em relações do tipo cliente-fornecedor (como as cadeias de suprimento). Contratos muito genéricos, de forma que as relações sociais são preponderantes. Coordenação e controle social entre as empresas geralmente acompanhados por relações de autoridade (WHITLEY 1990 apud GRANDORI, 1995). Há um maior controle de recursos de parte de um dos nódulos da rede.
Burocráticas Simétricas	Modos de coordenação formalizados em contratos de troca e de associação. O contrato formal especifica as relações organizacionais (expressas nos diferentes mecanismos de coordenação a serem mencionados na parte específica sobre eles). Coexistem com a rede social (os laços interpessoais são decisivos para a construção de confiança).
Burocráticas Assimétricas	Empresa coordenadora central. Redes de agências, acordos de licenciamentos e franquias.
Proprietárias Simétricas	Os atores dispõem de direitos de propriedade sobre os ativos econômicos da rede como no caso de uma <i>joint venture</i> . Utilizam ampla gama de mecanismos de coordenação.
Proprietárias Assimétricas	Os atores dispõem de direitos de propriedade sobre os ativos econômicos da rede como no caso das <i>capital ventures</i> e utilizam ampla gama de mecanismos de coordenação.

Quadro 5: Redes sociais, burocráticas e proprietárias. Fonte: Grandori e Soda, 1995.

dificuldade em obter crédito pelas formas tradicionais, para desenvolver atividades inovadoras e arriscadas. Como destacam Grandori & Soda (1995), essa relação vai além de uma forma de financiamento. Exige um profundo conhecimento do parceiro, direitos de propriedade assegurados para o empreendedor, um conjunto de canais de decisões conjuntas e a transferência de *know how* gerencial.

3 PROPOSTA DE MODELO CONCEITUAL E ANÁLISE

A essência do sucesso das empresas organizadas em redes parte do princípio de que as parcerias e a interdependência possuem interfaces entre os atores, de tal forma que o PCP em redes apresentará resultados a partir de atitudes eficazes decorrente da administração de alianças e parcerias estratégicas. Este formato visa efetivar vantagens competitivas dos parceiros de maneira sincronizada; significa que o conjunto está em desenvolvimento. As trocas de informações, a integração e o interesse comum entre os atores representam atividades que as governanças, tanto da rede de operações como das corporações, entendem como fundamentais.

No âmbito desse artigo as relações construídas verticalmente, conhecidas como parcerias, e horizontalmente (as alianças) visam a objetivos estratégicos, ou desenvolvimento de estratégias conjuntas, reduzindo riscos, aumentando e otimizando o retorno sobre o capital investido, que, via de regra, é restrito e precioso. Empresas atuando solitariamente não conseguiriam o desempenho como o apresentado em organizações produtivas: os consórcios modulares, os arranjos produtivos locais, os condomínios industriais. A determinação das formas organizacionais quer se opte pela horizontalidade ou verticalidade, obedece à lógica do mercado e do capital, desde que nessa análise tenham sido incorporadas as

discussões relativas ao problema do custo da oportunidade e da utilidade, bem como ao grau de complexidade do teatro de operações particular de cada organização que pretenda se vincular e/ou organizar em rede.

Assim, a decisão de uma firma em produzir parcialmente seu produto no âmbito de uma rede, ou comprar seus componentes, poderá resultar em uma posição estratégica além de aumentar sua eficiência e eficácia. Organizações transnacionais, segundo Williamson, atuam dessa maneira porque buscam sua identidade enquanto estratégia competitiva.

Kyrillos, Milreu & Sacomano (2009) desenvolveram – a partir do conceito de redes simultâneas – um modelo conceitual que vincula as estratégias de negócios, de produção e o PCP em redes de empresas. O modelo proposto em 2009 evoluiu para o perfil expresso pela figura 3. A governança das corporações, que envolve as estratégias de negócios e as estratégias de produção, vincula-se à rede de negócios. As estratégias de negócios influenciam a rede de operações. A governança da rede vinculada à rede física interfere sobre as estratégias de manufatura e ferramentas de gestão adotadas para o PCP. Tais estratégias permitem o surgimento de arranjos produtivos, aglomerações e sistemas produtivos locais.

As estratégias de produção exercem influências sobre a rede de atividades (ou rede física). A rede de negócios e a rede física, por meio da rede de valor, estabelecem vínculos capazes de fortalecer o PCP nas empresas em redes. A organização de empresas em forma de redes depende das relações de mercado e seus atores procuram, sob o ângulo do poder, influenciar e construir certo campo de estabilidade. As habilidades sociais dos envolvidos refletem a capacidade das organizações, por eles representadas, em lutar pela dominação do campo em que atuam além de demonstrarem o modo de ação, buscando persuadir e interferir na formação dos sistemas de produção.

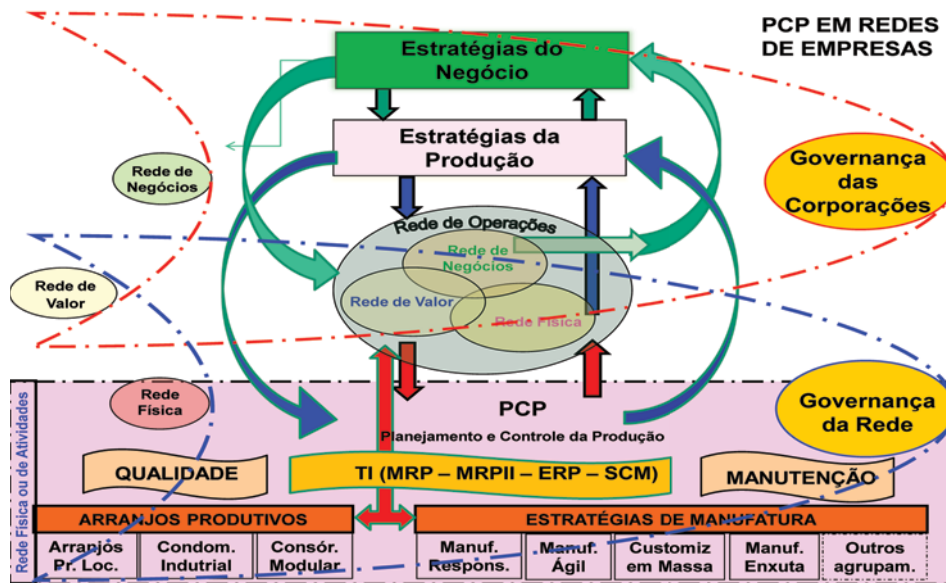


Figura 3: Modelo conceitual para o PCP em redes de empresas. Elaborado por Milreu, Kyrillos & Sacomano, a partir do conceito de redes simultâneas proposto por Fusco et al. (2003).

4 CONCLUSÃO

Esta pesquisa permitiu concluir que o PCP, em redes de empresas, apresenta recursos estruturais, em sua área de análise e decisão: instalações e capacidade de produção disponível, equipamentos e tecnologias acessíveis à produção, informações e recursos humanos, que podem agrupar diferentes sistemas de produção. Os gestores destes meios buscam adequar os sistemas produtivos aos sistemas de administração da produção e operações, vinculando-os às suas prioridades. As estratégias de produção adotadas pelos atores inseridos na rede física influenciam na forma como os *out-puts* são obtidos além de seus requisitos: não ao desperdício, à adaptabilidade, à rapidez em resposta, à flexibilidade, à redução dos custos. As organizações produtivas preocupam-se cada vez mais com os impactos em relação ao plano estratégico do negócio, em função da estratégia de produção que, por sua vez, parte das demandas sociais. Posturas corretas, ou não, influenciam de forma definitiva no destino da empresa e da comunidade onde está inserida. O paradigma tradicional de organização de unidades de negócios nas empresas mostra-se esgotado. Gerir empresas em redes tem

permitido que surjam novos modelos: mais competitivos, flexíveis e ágeis, com poder para impulsioná-las à liderança de mercado.

A partir da governança das corporações, estabelecer seus propósitos e cumpri-los passa a ser a razão de sua continuidade, de tal forma que o planejamento estratégico adotado maximize os resultados das operações executadas e minimize os riscos nas tomadas de decisões nas organizações produtivas. É importante ressaltar que os limites operacionais e as habilidades dos colaboradores devem ser respeitados em busca da criação de vantagens competitivas. Nas empresas em redes tais limites são tênues. De outro lado, uma conduta adequada dos atores inseridos em redes contribui para destacá-los no ambiente global.

Fato relevante refere-se às estratégias de produção que considerem modelos de PCP mais sustentáveis. Há que se observar os processos de manufatura de maneira sistêmica, para que se impeça a incidência das falhas e se promova a melhoria na eficiência das operações e na economia dos insumos, contribuindo para a redução do estresse do planeta. Os rumos apontam para um PCP que enclausura uma era de análise de ordem puramente econômico-financeira e dimensões restritas à produtividade e lucratividade. Dimensões mais amplas

incluem as questões de caráter social e uso racional dos recursos. Reafirmamos, portanto, que a configuração do Planejamento e Controle da Produção em redes de empresas trata do avanço de uma atividade estratégica em um novo formato organizacional e que contempla inúmeros outros agrupamentos produtivos entre as estratégias de manufatura inseridas na rede física, influenciando a governança da rede e das corporações.

REFERÊNCIAS

- BENKO, G. *Economia, espaço e globalização na aurora do século XXI*. São Paulo: Hucitec, 1996.
- BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (orgs.). *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- CHIAVENATO, I.: *Introdução à teoria geral da administração*. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- CORNFORTH, C.: *The governance of public and non-profit organisations: what do boards do?* London: Routledge, 2003.
- GRANDORI, A.; SODA, G.: *Inter-firm network: antecedents, mechanisms and forms*. Organization Studies, 1995.
- FUSCO, J. P. A et al. *Administração de operações: da formulação estratégica ao controle operacional*. São Paulo: Arte e Ciência, 2003.
- FUSCO, J. P. A.; BUOSI, G. R. C.; RUBIATO, R. C. Modelo de redes simultâneas para avaliação competitiva de redes de empresas. *Revista Gestão e Produção*, vol. 12 (2). São Carlos: maio-ago. 2005.
- GATTORNA, J.L.; WALTERS, D.W.: *Managing the supply chain*. New York: MacMillan, 1996.
- HOLLINGSWORTH, J. R.; R. BOYER. *Contemporary capitalism: the embeddedness of institutions*. New York: Cambridge University Press. 1997.
- KYRILLOS, S.L.; MILREU, F.J.; SACOMANO, J. B. *Fatores determinantes para o PCP em redes de empresas*. XVI Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP. Faculdade de Engenharia de Bauru: FEB-UNESP, 2009.
- MILANI, C. R. S. Governança global e meio ambiente: como compatibilizar economia, política e ecologia. In: *Fundação Konrad-Adenauer Stiftung. Pesquisas: Governança Global – Reorganização da política em todos os níveis de ação*. São Paulo, n. 16, 1999.
- OLIVEIRA, D. P. R. *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia, práticas*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- PAROLINI, C. *The value net: a tool for competitive strategy*. Chichester: John Wiley & Sons, 1999.
- SACOMANO NETO, M. *Redes: difusão de conhecimento e controle – um estudo de caso na indústria brasileira de caminhões*. São Carlos, SP, 2004. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR.
- SACOMANO NETO, M.; IEMMA, A. F. Estratégias e arranjos produtivos da indústria automobilística nos mercados emergentes: o caso brasileiro. *Revista de Administração Unimep*, vol. 2, n. 3, p. 1-18, 2004.
- SILVA, M.T. A Empresa moderna. In: *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. São Paulo: Edgar Blücher, 1997.
- STORPER, M.; HARRISON, B. Flexibilidade, hierarquia e desenvolvimento regional. In: BENKO, G.; LIPIETZ, A. (orgs.). *As regiões ganhadoras*. Oeiras/Portugal: Celta, 1994.

VOLLMANN, T. E. et al. *Sistemas de planejamento e controle da produção para gerenciamento da cadeia de suprimentos*. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

WILLIAMSON, O. E. *The nature of the firm: origins, evolution, and development*. Oxford: Oxford University Press, 1991.

Para contato com os autores:

Sergio Luiz Kyrillos

kyrillos@cefetsp.br

Francisco José Santos Milreu

milreu@uol.com.br

José Benedito Sacomano

sacomano@terra.com.br

José Paulo Alves Fusco

jpafusco@uol.com.br

A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA (SIG) EM LABORATÓRIOS DE ANÁLISES CLÍNICAS E BIOMÉDICAS

Paulo Henrique Lopes Alves

Especialista em Gestão Ambiental
Biomédico e coordenador do curso de Gestão Ambiental da UNIUBE-MG

José Carlos Nunes Barreto

Doutor em Saúde Ambiental pela FSP-USP
Engenheiro mecânico e presidente da DEBATEF CONSULTORES ASSOCIADOS S/C LTDA

Nos últimos anos, com o advento da evidenciação das práticas de padronização de produção integrada a um ambiente salubre e sustentável no mercado empresarial, houve o despertar dos laboratórios para uma visão sustentável no que tange aos requisitos de qualidade em seus complexos processos. O presente artigo tem, como objetivo, contemplar a padronização de um sistema de gestão a ser aplicado aos laboratórios de análises clínicas, visando à melhoria do produto e ao bem-estar dos colaboradores que ali trabalham e/ou estudam, além da contribuir para com a perenidade da operação do laboratório, bem como para sua sustentabilidade.

Palavras-chave: Laboratórios. SIG. ISO. OHSAS. Sustentabilidade. Padronização.

In recent years, with the advent of the disclosure of practices of standardization of integrated production to a healthy and sustainable environment in the business market, there was the wake up of laboratories for sustainable vision requirements in terms of quality and its complex system. This article aims at addressing the standardization of a management system to be applied at clinical laboratories with, aiming at improving the welfare of employees working there and/or studying and contributing to sustainability in the laboratory.

Keywords: Laboratories. GIS. ISO. OHSAS. Sustainability. Standardization.

1 INTRODUÇÃO

As décadas passadas testemunharam a ocorrência de uma série de acontecimentos ambientais principalmente em indústrias químicas e outras áreas ligadas à Saúde. Em função disso, a legislação referente ao controle de atividades industriais e de saúde tornou-se mais rigorosa. Desde então começaram movimentos, cujos fundamentos mostravam a preocupação em manter o chamado desenvolvimento do país, com atividades industriais poluidoras e precisando manter em equilíbrio o meio ambiente.

A evolução no nível da gestão das organizações – e os laboratórios de análises clínicas são exemplos destas organizações – tem conduzido a uma nova cultura que abrange não apenas a qualidade dos produtos e/ou serviços oferecidos, como também aspectos ambientais, de segurança e saúde no trabalho e ainda sociais e éticos.

Segundo Cláudia Sofia Magalhães de Carvalho Patrício, do Departamento de Gestão da Universidade Portucalense Infante D. Henrique, em Portugal, o entendimento atual defende que a responsabilidade das organizações não se circunscreve à criação de riqueza e capital: a proteção do ambiente e a

redução dos riscos associados às suas atividades são áreas em que as exigências – legais e de gestão – são cada vez maiores. Trata-se da ascensão crescente da responsabilidade social.

Esta evolução visionária resulta de vários fatores, nomeadamente das crescentes preocupações e expectativas da sociedade em relação à justiça e ao ambiente, sendo as próprias decisões dos consumidores e dos investidores cada vez mais influenciadas por critérios sociais.

Ainda segundo a autora citada, é cada vez maior o número de organizações que procuram certificações pelas normas respectivas ISO 9001 para a Qualidade, ISO 14001 para o Ambiente e OHSAS 18001 para a Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho – ou que as utilizam como um guia de gestão para as áreas envolvidas.

A preocupação que a sociedade vem demonstrando com a qualidade do ambiente e com a utilização sustentável dos recursos naturais tem-se refletido na elaboração de leis ambientais cada vez mais restritivas à emissão de poluentes, à disposição de resíduos sólidos e líquidos, à emissão de ruídos e à exploração de recursos naturais. Acrescente-se, a tais exigências, a existência de um mercado em crescente processo de conscientização ecológica, no qual mecanismos como selos verdes e normas, como a Série ISO 14000, passam a constituir atributos desejáveis, não somente para a aceitação e compra de produtos e serviços, como também para a construção de uma imagem ambientalmente positiva junto à sociedade.

Dessa forma, para propor a criação de um sistema de gestão ambiental aplicado aos laboratórios de análises clínicas, faz-se necessária uma visão geral de toda a empresa como prestadora de serviços, para a criação de um modelo coerente e sustentável. Pensando-se desta forma, chega-se a alguns questionamentos: como montar um sistema de gestão ambiental para um laboratório sem pensar na qualidade do serviço? Como exigir que os colaboradores façam sua parte para a qualificação e crescente acreditação da empresa sem se preocupar com os próprios colaboradores?

Para atender estes questionamentos, surge um método integrado como resposta: o Sistema Integrado de Gestão (SIG). Composto respectivamente pelo Sistema de Gestão da Qualidade, que está em conformidade com a NBR ISO 9001:2008); pelo Sistema de Gestão Ambiental (NBR ISO 14001:2004); e pela preocupação com a saúde da segurança ocupacional do colaborador através da aplicação da norma certificável de Saúde e Segurança Ocupacional (OHSAS 18001:2007), conseguindo desta forma, aliar qualidade, meio ambiente e saúde ocupacional, premissas inerentes a um confiável laboratório de análises clínicas.

1.1 AS NORMAS DA SÉRIE ISO

1.1.1 Norma ISO 9001

Uma das mais respeitáveis ONGs mundiais, a INTERNATIONAL ORGANIZATION for STANDARDIZATION (ISO), é uma organização não governamental que tem sua sede em Genebra, na Suíça, e é responsável pelo desenvolvimento de normas e padrões internacionais. É constituída pela federação mundial de organismos nacionais de normalização e possui um único membro de cada país. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a representante oficial do Brasil. A série ISO 9000 é uma concentração de normas que formam um modelo de gestão da qualidade para organizações que desejarem certificar seus sistemas de gestão através de organismos de certificação, tais como a SGS (Société Générale de Surveillance), Fundação Carlos Alberto Vanzolini, SAS Certificadora, DNV, A.B.S, Loyds, ou Bureau Veritas Quality International, entre outros. (WIKIPEDIA, 2008).

Segundo a “The ISO Survey 2006”, que é um exame anual feito pela organização, estas normas foram elaboradas através de um consenso internacional sobre as práticas que uma empresa pode tomar a fim de atender plenamente aos requisitos de qualidade do cliente. A ISO 9000 não fixa metas a serem atingidas pelas empresas a serem certificadas,

a própria empresa é quem estabelece as metas a serem atingidas (ISO, 2008).

Pode-se dizer que a ISO 9000 é um modelo de padronização. A organização deve seguir alguns passos e atender a alguns requisitos da ISO 9001 para serem certificadas. Dentre esses requisitos podemos citar:

- Padronização de todos os processos-chaves do negócio, processos que afetam o produto e consequentemente o cliente;
- Monitoramento e medição dos processos de fabricação para assegurar a qualidade do produto/serviço, através de indicadores de *performance* e desvios;
- Implementação e manutenção dos registros adequados e necessários para garantir a rastreabilidade do processo;
- Inspeção de qualidade e meios apropriados de ações corretivas quando necessário;
- Revisão sistemática dos processos e do sistema da qualidade para garantir sua eficácia.

1.1.2 Norma ISO 14001

Com a ampla aceitação internacional da norma Série ISO 9000 – Sistema de Gestão da Qualidade – e o início da proliferação de normas ambientais em todo o mundo, a ISO iniciou levantamentos para avaliar a necessidade de normas internacionais aplicáveis à gestão ambiental, culminando com a criação da norma Série ISO 14001.

A ISO 14001 é uma norma internacionalmente aceita que define os requisitos para estabelecer e operar um Sistema de Gestão Ambiental. A norma reconhece que organizações podem estar preocupadas tanto com a sua lucratividade quanto com a gestão de impactos ambientais. A ISO 14001 integra estes dois motivos e provê uma metodologia altamente amigável para conseguir um Sistema de Gestão Ambiental efetivo. Na prática, o que a norma oferece é a gestão de uso e disposição de recursos. É reconhecida mundialmente como um meio de controlar custos, reduzir os riscos e melhorar o desempenho. Não é só uma norma teórica – ela requer um

comprometimento de toda a organização. Se os benefícios ambientais e seus lucros aumentam, as partes interessadas verão os benefícios (BSI BRASIL, 2008).

Assim como a BS 7.750 e a EMAS, a Série ISO 14001 é também uma norma de uso voluntário, orientadora da criação e implantação de um sistema de gestão ambiental em nível empresarial, sendo a única norma internacional de ampla aceitação e aplicação voltada para sistemas de gestão ambiental.

A norma ISO 14001 é o documento base da série de normas ISO 14000 para um Sistema de Gestão Ambiental, somente ela é certificada e as demais são normas auxiliares. Ela foi elaborada, como foi dito, após o sucesso dos padrões de qualidade da série ISO 9000. A certificação pela ISO 14001:2004 é uma validação reconhecida das conformidades de uma organização de seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em relação aos padrões dessa norma, por uma empresa certificadora independente. A auditoria de certificação tem como objetivo verificar se o SGA da organização está em conformidade com os padrões da ISO 14001:2004 (BISPO & CAZARINI, 2006).

A grande base teórica do SGA se faz através da norma ISO 14001:2004, tendo esta sua versão brasileira, a NBR ISO 14001:2004, que define elementos centrais para um sistema de Gestão Ambiental efetivo. Ela pode ser aplicada tanto para o setor de serviços quanto para o de manufatura. A norma exige da empresa uma definição de seus objetivos e o sistema de gestão necessário para a realização destes objetivos. Além disso, a norma exige o cumprimento pela empresa destes processos, procedimentos e atividades.

De acordo com a empresa auditora DNV, os elementos principais da norma são:

- Políticas ambientais;
- Planejamento;
- Implementação e operação;
- Ações de controle e correção;
- Revisão pela administração;
- “Um Pouco Mais Verde a Cada Dia”. (DET NORSKE VERITAS, 2007).

De acordo com o principal referencial teórico do sistema, a norma exige das organizações identificação de todos os impactos ambientais ou aspectos relacionados, para então implementar ações que melhorem os processos em áreas prioritárias que apresentem aspectos significativos. Quando é criado um bom Sistema de Gestão Ambiental, o mesmo não deve ficar obsoleto, deve-se obrigatoriamente ir além do mero cumprimento da lei, pois o seu foco é o aperfeiçoamento constante.

A ISO, ou outro tipo formal de sistema de gerenciamento, proporciona uma sólida fundação para implementação de um SGA. A implementação de um SGA está associada a muitos benefícios, mas a maior parte deles é difícil de se quantificar. As empresas reconhecem o potencial do SGA para reduzir os riscos ambientais (incluindo a possibilidade de não conformidade) e para sanar esta dificuldade são estabelecidas ações preventivas.

1.2 O Serviço de Saúde e a Norma OHSAS 18001

Os profissionais de saúde, como os demais trabalhadores, estão sujeitos aos riscos profissionais genérico, específico e genérico agravado e, portanto, expostos aos acidentes do trabalho, às doenças profissionais e às doenças do trabalho.

Baseado nisto, o profissional de saúde alocado no laboratório de análises clínicas, sejam eles biomédicos, médicos, técnicos, entre outros, está inserido em um ambiente hostil, propenso a riscos ocupacionais. Dessa forma, faz-se pertinente abordar a segurança ocupacional e a saúde destes colaboradores, fato que então conclama a inclusão de nosso sistema a uma nova norma: a OHSAS 18001.

Segundo a Wikipédia, a OHSAS 18001 consiste em um Sistema de Gestão, assim como a ISO 9000 e ISO 14000, porém com o foco voltado para a saúde e segurança ocupacional. Em outras palavras, a OHSAS 18001 é uma ferramenta que permite a uma

empresa atingir e sistematicamente controlar e melhorar o nível do desempenho da Saúde e Segurança do Trabalho por ela mesma estabelecido.

OHSAS é uma sigla em inglês para *Occupational Health and Safety Assessment Series*, cuja tradução é Série de Avaliação de Saúde e Segurança Ocupacional. Assim como os Sistemas de Gerenciamento Ambiental e de Qualidade, o Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional também possui objetivos, indicadores, metas e planos de ação.

A implantação da OHSAS 18001 retrata a preocupação da empresa com a integridade física de seus colaboradores e parceiros. O envolvimento e a participação dos funcionários no processo de implantação desse sistema de qualidade são, assim como outros sistemas, de fundamental importância.

A OHSAS 18001 foi publicada em 1999 e recentemente foram feitas alterações nesta norma, valendo-se assim da nova norma OHSAS 18001:2007. Nela foram introduzidas diversas mudanças significativas desde a primeira edição de 1999. As mudanças refletem a vasta utilização e experiência com a OHSAS 18001 em mais de 80 países, através de 16.000 organizações certificadas, e uma das principais alterações na norma é a ênfase muito maior dada à “Saúde” do que somente à “Segurança”, além da expressiva melhoria no alinhamento da nova norma à ISO 14001:2004.

Dessa forma, a integralização das normas ISO e OHSAS é fundamental para a formação de um sistema integrado, mais aproveitável atualmente. Qualidade, Meio Ambiente e Segurança têm sido um trinômio-base dos sistemas gerenciais das empresas que querem se manter na vanguarda competitiva. Neste novo milênio, o mercado exige muito mais que qualidade dos produtos e serviços.

1.3 O Sistema de Gestão Ambiental (SGA)

A implantação sistematizada de processos de Gestão Ambiental tem sido uma

das respostas das empresas a este conjunto de pressões. Assim, a gestão ambiental no âmbito das empresas tem significado a implementação de programas voltados para o desenvolvimento de tecnologias, a revisão de processos produtivos, o estudo de ciclo de vida dos produtos e a produção de “produtos verdes”, entre outros, que buscam cumprir imposições legais, aproveitar oportunidades de negócios e investir na imagem institucional (DONAIRE, 1999, apud BARRETO 2000).

As ações de empresas em termos de preservação, conservação ambiental e competitividade estratégica – produtos, serviços, imagem institucional e de responsabilidade social – passaram a consubstanciar-se na implantação de sistemas de gestão ambiental para obter reconhecimento da qualidade ambiental de seus processos, produtos e condutas obtidas por meio de certificação voluntária, com base em normas internacionalmente reconhecidas.

• Este trabalho pretende criar um modelo sistemático aplicado aos laboratórios visando contribuir para a sustentabilidade, favorecendo, assim, em consequência, o meio ambiente, o que é expresso pelas normas ambientais adotadas e aceitas internacionalmente. Das normas de maior aceitação e adoção destaca-se, pela crescente importância, a Série ISO 14000. Neste trabalho, o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) preconizado pela Série ISO 14001 foi utilizado como referência teórica básica na condução dos levantamentos de dados e informações e na aplicabilidade do sistema. Os pilares do SGA, segundo a ISO 14.001, são:

- prevenção no lugar da correção;
- planejamento de todas as atividades, produtos e processos;
- estabelecimento de critérios;
- coordenação e integração entre as partes (subsistemas);
- monitoração contínua;
- melhoria contínua.

- O SGA deve:
 - trabalhar em cima dos “impactos ambientais significativos”;
 - maximizar os efeitos benéficos e minimizar os efeitos adversos;
 - evoluir em função das mudanças circunstanciais.

- A ISO 14.001 determina:
 - identificar legislação/regulamentações relevantes;
 - satisfazer, no mínimo, as regulamentações.

- Abrange:
 - atividades, produtos e serviços existentes ou propostos;
 - incidentes, acidentes e situações potenciais de emergência.

- A conformidade com a ISO 14.001 não é suficiente para conferir imunidade em relação às obrigações legais. (BARRETO, 2000)

Para o bom funcionamento de um SGA, é importante que todas as funções em todos os níveis da organização estejam fundamentadas em seu sistema, e é crucial o compromisso da direção, colocando-se assim o meio ambiente em primeiro lugar.

Além de uma redução de gastos, um SGA efetivo pode reduzir o impacto de suas organizações sobre o meio ambiente, melhorar sua eficiência operacional, identificar oportunidades de economizar custos e atrelar sua produção a uma saudável dependência do meio ambiente. Considerar seriamente esta responsabilidade ambiental vai ajudar a construir uma imagem pública frente a seus clientes, às autoridades e aos demais parceiros. E poderá colaborar para que os mesmos também a melhorem seu desempenho ambiental, agregando valor para seus acionistas. (DET NORSKE VERITAS, 2007).

Pode-se tomar por base uma empresa do ramo de análises clínicas em que um sistema de gestão ambiental deu certo, e se certificou pela norma ISO 14001- o Laboratório Fleury, de São Paulo. Segundo o próprio

laboratório, a sustentabilidade se apoia no conceito do *Triple Bottom Line*: atividade econômica, meio ambiente e bem-estar da sociedade. Esses três parâmetros devem estar equilibrados e integrados nas empresas. Em todos os casos, as empresas que apresentam esta conta tripla de resultados perceberam, antes de outras, que no futuro imediato o consumidor se tornará cada vez mais responsável e exigirá saber qual é o impacto econômico, ambiental e social que geram os produtos que premia com a sua compra ou utilização de serviços.

Para o Fleury, sustentabilidade possui um vínculo direto com a missão da empresa, e é entendida como o gerenciamento integrado e balanceado dos conceitos do *Triple Bottom Line*, somados à qualidade dos processos, valor esse essencial e que permeia a organização como um todo. Esse conceito é alinhado à missão e estratégia da empresa, de maneira a agregar valor à organização, ao meio ambiente e à sociedade (FLEURY, 2008).

Também chamado de “3P” – pessoas, proveito e planeta – o *Triple Bottom Line* (TPL) é viável para geração de relatórios de implantação de sistema, mas não aplicável a laboratórios de universidades, visto que estes, na maioria deles, não possuem fins lucrativos.

1.4 Normas ISO 9001, 14001 e OHSAS 18001: o Sistema Integrado de Gestão (SIG)

Primeiramente, é preciso ser feita uma correlação entre as normas ISO 9001 e 14001. Esta integração inicial é realizada para definir a correlação entre os requisitos das duas normas e apresentar um modelo para correlação com os requisitos da norma ISO 9001, estabelecendo assim um modelo de gestão integrada, baseado nas três normas de referência. Verifica-se que os requisitos das normas são praticamente idênticos, diferenciando-se apenas nos pontos em que a norma ISO 14001 refere-se a aspectos e impactos ambientais e a norma OHSAS 18001 refere-se a riscos e acidentes.

Dessa forma, acredita-se que elas apresentam uma forte correlação em todos

os requisitos e itens das respectivas normas, facilitando o processo de integração desses sistemas, tais como: política ambiental e política de saúde ocupacional e segurança, relacionadas no requisito 4.2 de ambas as normas. Portanto, pode-se definir uma única política de gestão que englobe os aspectos definidos pelos sistemas em estudo. Verifica-se também que o item 4.2 (política ambiental ou de saúde ocupacional e segurança) pode estar correlacionado com os itens 4.3.1, 4.3.3, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4 e 4.6, entre as normas ou para uma mesma norma. Observa-se também que os requisitos que apresentam correlação entre as duas normas, quando comparados têm este relacionamento ampliado, caso fosse implantado o sistema em questão.

Com a crescente pressão nas empresas para se realizar administrações competentes, várias delas estão considerando a integração dos Sistemas de Gestão como uma excelente oportunidade para reduzir custos, com o desenvolvimento e manutenção de sistemas separados, ou de inúmeros programas e ações que, na maioria das vezes, se superpõem e acarretam gastos desnecessários.

Talvez o principal argumento que tem compelido as empresas a integrar os processos de Qualidade, Meio Ambiente e de Segurança e Saúde no Trabalho é o efeito positivo que um SIG – Sistema Integrado de Gestão – pode ter sobre os funcionários. As metas de produtividade, progressivamente mais desafiadoras, requerem que as organizações maximizem sua eficiência. Múltiplos Sistemas de Gestão, onde somente um bastaria, são ineficientes, difíceis de administrar e é difícil de obter o efetivo comprometimento das pessoas, que invariavelmente dão prioridade à produção, incapacitando os sistemas.

É visível que é muito mais simples obter a cooperação dos funcionários para um único sistema do que para três sistemas separados. Além do mais, a sinergia gerada pelo SIG tem levado as organizações a atingir melhores níveis de desempenho, a um custo global muito menor.

A Legislação Ambiental e as NRs – Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho –, entre outros

requisitos legais, obrigam as empresas a implementar inúmeros programas, atividades e serviços, como o PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais –, o PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional –, a CIPA, o SESMT, o Programa de Atendimento a Emergências, e muito mais. Fora todas essas obrigações, as organizações de grande porte devem também desenvolver programas corporativos, em suas várias unidades operacionais.

Em geral, tanto os programas exigidos pela legislação como os programas corporativos são implementados de forma isolada, com pouca participação de outras pessoas além dos especialistas em Meio Ambiente e da SST, bem como não são adequadamente sistematizados nem através de um Sistema de Gestão.

1.5 Aplicabilidade do SGA/SGI aos laboratórios de análises

É preciso obter um entendimento mais claro dos requisitos para se usar efetivamente um SGA e conseguir os seus impactos benéficos. Desde a melhoria dos relacionamentos com as partes interessadas, até a obtenção de custos reduzidos, através do uso responsável de materiais e práticas ambientalmente responsáveis, podemos nos apoiar em ideias e modelos que deram certo como, por exemplo, o já citado Laboratório Fleury, que foi certificado pela ISO 14001.

Segundo a referida empresa, ela tornou-se a primeira de medicina e saúde do Brasil a ter um Sistema de Gestão Integrada conduzindo suas atividades, tanto no que diz respeito à qualidade de serviços quanto em relação ao meio ambiente, vertentes que devem ser expressas na atual Política de Gestão Integrada, norteadas pelo desempenho de cada um de seus colaboradores (FLEURY, 2008).

Para adequação do SGA, o laboratório deve possuir todas as condições físicas para atender completamente às especificações técnicas da norma, sobretudo as relativas a questões complexas, como o tratamento interno dos resíduos de saúde infectantes.

Além disso, diversos programas devem ser implantados, como, por exemplo, aqueles relacionados à diminuição da geração de resíduos e economia de recursos naturais. Uma medida a ser tomada também, não só no que tange os laboratórios, mas ainda em relação a todas as empresas, é a coleta seletiva em todas as dependências da empresa, bem como a destinação adequada de outros materiais que possam causar impacto negativo no ambiente, dentre os quais reagentes químicos, lâmpadas fluorescentes e óleo de cozinha. Esta destinação final de resíduos de serviços de saúde (RSS) possui uma normatização obrigatória por parte das empresas de serviços de saúde: o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS), que deve estar em consonância com a legislação vigente e atender corretamente à fiscalização.

Para aprofundar mais sobre o sistema de gestão ambiental integrado aplicado a laboratórios de análises clínicas e/ou serviços de saúde, segue abaixo a política de gestão integrada adotada pela empresa Fleury:

“Desenvolver e realizar, com excelência técnica e ética, o atendimento ao cliente e os procedimentos médicos, comprometendo-se com a melhoria contínua dos serviços prestados por meio de:

- Implementação e manutenção de um Sistema de Gestão Integrada;
- Respeito ao meio ambiente e prevenção da poluição pelo atendimento à legislação aplicável e pelo tratamento adequado dos resíduos gerados;
- Oferecimento de serviços e instrumentos de gerenciamento seguros e confiáveis a todas as áreas, objetivando contribuir para a melhoria contínua;
- Atendimento ao cliente como sendo único, agindo com eficiência e respeito, buscando satisfazer suas necessidades e exceder suas expectativas;
- Realização e desenvolvimento, com excelência técnica e ética, de procedimentos diagnósticos e terapêuticos em medicina;

- Planejamento e realização de serviços e procedimentos médicos, considerando e reduzindo seus impactos sobre o meio ambiente. Por meio do uso adequado dos recursos naturais, e do atendimento à legislação aplicável.”

Se a norma ISO 9001 consolida uma excelência reconhecida pela opinião pública e pela comunidade médica, a ISO 14001, por seu turno, inaugura uma referência bastante contemporânea para o mercado da área de saúde. Laboratórios que primam pela qualidade oferecida a seus clientes, devem da mesma forma fazê-lo em relação ao meio ambiente (FLEURY, 2008).

2 OBJETIVOS

Este artigo objetiva delinear uma proposta de um SIG – Sistema de Gestão Integrado –, aplicável a laboratórios de análises clínicas, com ambições de contribuir para a sustentabilidade, que é condição *sine qua non* para o sucesso de empresas e empreendimentos nos dias de hoje. Especificamente, para efetivação das metas, o artigo apresenta a proposta de um processo de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) elaborado com base na norma ISO 14001:2004, contudo permeando-se de metas para alinhamento aos requisitos paralelos das normas ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Análise de Ciclo de Produto (ACV)

Os impactos ambientais causados pelos laboratórios podem ser avaliados através da Análise de Ciclo de Produto (ACV), como, por exemplo, em estudo semelhante que foi feito pela empresa Aqualar, um laboratório de análise da água que fez um ACV do isopor, utilizado como material para transportar a amostra coletada, a água.

Aplicando-se ao nosso estudo, é inerente correlacionar às análises clínicas, afinal os laboratórios usam comumente o isopor para transportar as amostras de fluidos biológicos. A norma que foi aplicada para este estudo é a NBR ISO 14040 (Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura), que descreve os princípios e a estrutura para se conduzir e relatar o estudo de ACV e inclui certos requisitos mínimos (BATALHA et al., 2005).

Segundo Chehebe, apud Batalha et al., 2002:

... a análise do ciclo de vida é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo).

Analisando de forma aprofundada o ACV, é visível que esta metodologia de pensamento é aplicável ao nosso sistema, visto que esta não é contemplada pela NBR ISO 14001. Assim, é importante que uma boa avaliação dos impactos ambientais causados por qualquer atividade seja analisada com uma visão geral do fluxo de entrada, materiais envolvidos no processo e seu fluxo de saída, também na prestação de serviços de saúde.

As empresas, quando utilizam esta ferramenta (NBR 14040:2001), melhoram os seus processos, integrando suas atividades ao negócio-fim da empresa, fortalecendo a ideia do desenvolvimento sustentável. O laboratório deve-se atentar à utilização desta metodologia na prestação de serviços, visto que os materiais utilizados nas coletas e transporte de material são de natureza descartável, apresentando-se desta forma como grandes produtores de resíduos sólidos (BATALHA et al., 2002).

3.2 Técnica do “5R”

O procedimento básico a ser adotado em instituições, tais como laboratórios de

análises clínicas, baseia-se inicialmente num conjunto de normas específicas de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), levando-se em consideração, inicialmente, a técnica do “5R”, que se faz através destes princípios:

- **REDUÇÃO:** diminuição da geração de lixo e do desperdício (água, energia, etc);
- **RECICLAGEM:** coleta seletiva do lixo reciclável (plástico, metais, papel, vidro, etc).
- **REUTILIZAÇÃO:** uso da criatividade, dando novas finalidades ao que foi usado (*clips*, sacos plásticos, etc);
- **REEDUCAÇÃO:** educação ambiental, que consiste em disseminar o conhecimento em gestão ambiental para despertar a comunidade para a Preservação e Conservação do Meio Ambiente.
- **REINVENÇÃO:** recriação de seus produtos, seus processos, seus serviços, de modo a reduzir a emissão de resíduos (lixo) e o consumo exagerado dos recursos naturais.

Após adquirir o pleno entendimento do conceito apresentado na norma, e utilizando-a como guia modelo para definir o sistema de gestão, pontua-se o que a aplicação e implicações da norma irão significar para o laboratório, tais quais seguem:

- Dentro da própria, devem ser feitas revisões para que a mesma funcione como instrumento para o aprimoramento, pois, como foi supracitado, o modelo de gestão deve ser contínuo e não estagnado;

- É primordial que o laboratório possua as normas NBR ISOs 9001:2000, 14001:2004 e OHSAS 18001:2007 junto à Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), a fim de se familiarizar com suas exigências para sua devida adequação ao laboratório de análises clínicas;
- Constante revisão da literatura e *software* visando ao aumento da quantidade de informações, através de publicações disponíveis que são projetadas para compreender e implementar uma norma;
- A exemplo da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP de São Paulo, uma ideia interessante que é cabível de aplicação em nosso trabalho é um levantamento do passivo químico do laboratório para seu reaproveitamento e/ou doação para organizações (por exemplo, doação ao horto municipal de meios de cultura pós-esterilizados para adubo);

3.3 Metodologia Planejar-Fazer-Checar-Agir (PDCA)

Existe outra metodologia prática a seguir: a abordagem de melhoria contínua Planejar-Fazer-Checar-Agir (PDCA) para gerenciar um sistema de processos. Esta é também a base da ISO 9001:2000 para Gestão da Qualidade, com a qual muitas pessoas já estão familiarizadas. A interpretação da ISO 14001 do modelo PDCA é demonstrada abaixo. A ISO 14001 também adiciona quatro pontos de enfoque para a Gestão Ambiental, um para cada elemento do modelo PDCA (BSI BRASIL, 2008).



Figuras 1, 2 e 3: Exemplo de divisão correta de materiais em almoarifado de laboratório. Fotos: Paulo Henrique Lopes.



Figura 4: Sistematização para ISO 14001. Fonte: BSI BRASIL, 2008.

3.4 Pirâmides de Gestão Integrada

Outro enfoque a ser utilizado nesta proposta de gestão ambiental aplicada a laboratórios de análises clínicas é o uso das pirâmides de gestão integrada. Através delas é possível de forma bastante prática implantar um modelo de gestão integrada coerente com os serviços de saúde.

Segundo Barreto (2007), é possível construir três pirâmides de gestão, que são a ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, respectivamente para qualidade do produto, qualidade ambiental e qualidade na segurança e saúde ocupacional.

De cima para baixo nelas se veem: política, objetivos/metapas/procedimentos/instruções de trabalho e, na base, a documentação (todos alinhados). Isto quer dizer que, um bom guia para este gerenciamento integrado se faz, semelhante ao PDCA, com a adoção de uma política de gestão, abraçada esta pela alta administração do laboratório. Em seguida, através desta política, passa-se a verificar os objetivos deste sistema, ou seja, o “por quê?”. Logo após traçado este objetivo, tem-se uma meta a ser atingida, o “como?”. Para tanto, dever-se-á desenvolver uma tecnologia, serviço ou procedimento a fim de satisfazer esta meta.

As instruções de trabalho a serem seguidas pela empresa para atingir estes objetivos, metas e procedimentos devem ser também traçadas e repassadas à empresa como um todo, através de treinamento dos colaboradores. Tudo isso, tendo como base (por isso a localização estratégica na base da pirâmide), a documentação e legislação vigente que respalda todo este sistema.

Dessa forma, para propor a criação de um sistema de gestão ambiental aplicado aos laboratórios de análises clínicas, faz-se necessária uma visão geral de toda a empresa como prestadora de serviços, para a criação de

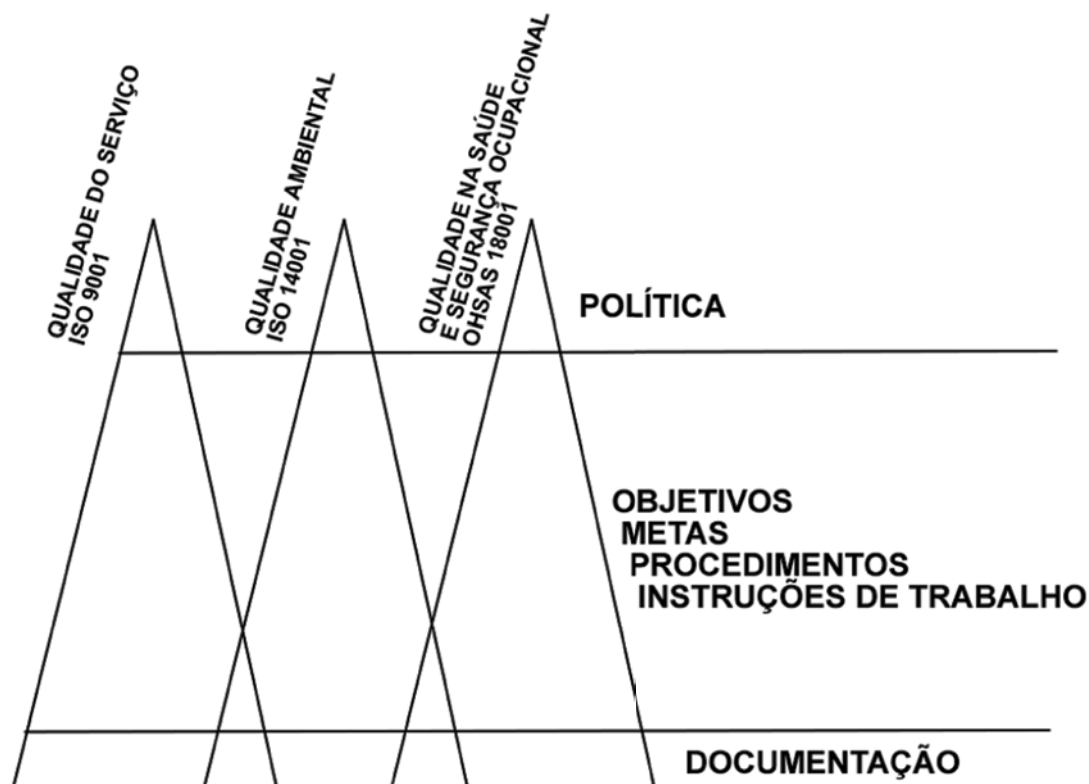


Figura 5: Pirâmides de Gestão Integrada. Fonte: Barreto, 2007. Arte: Paulo Henrique Lopes Alves.

um modelo coerente e sustentável. Pensando-se desta forma, chega-se a alguns questionamentos: como montar um sistema de gestão ambiental para um laboratório sem pensar na qualidade do serviço? Como exigir que os colaboradores façam sua parte para a qualificação e crescente acreditação da empresa sem se preocupar com os próprios colaboradores?

A normativa das OHSAS não estabelece um procedimento oficial de implementação, sendo este adaptado às características e realidades de cada empresa, todavia como no SIG estará alinhada aos requisitos das ISO 9000 e ISO14000, e sempre aproveitará a sinergia dos planos de ação das mesmas utilizando a ferramenta 5H2H.

Elemento de Gestão	Norma			Cronograma de Realização do SIG (Meses)											
	ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18001	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Processos para a Qualidade	4														
Aspectos Ambientais		4.3.1													
Perigos e Riscos da SSO			4.3.1												
Requisitos Legais e Outros		4.3.2	4.3.2												
Requisitos Documentais		4.4.4	4.4.4												
Controle de Documentos	4.2.3	4.4.5	4.4.5												
Controle de Registros			4.5.3												
Política Integrada	5.3	4.2	4.2												
Análise Crítica pela Direção	5.6	4.6	4.6												
Foco do Cliente	5.2														
Requisitos Gerais	4.1														
Planejamento do SGI	5.4	4.3	4.3												
Objetivos e Metas do SGI	5.4.1	4.3.3	4.3.3												
Programas de Gestão	5.4.2	4.3	4.3												
Estrutura e Organ. (RD e RA)	5.5.1/ 5.5.2	4.4.1	4.4.1												
Comunicação Interna e Externa	5.5.3	4.4.3	4.4.3												
Treinamento	6.2.2	4.4.2	4.4.2												
Conscientização	6.2.2	4.4.2	4.4.2												
Competências	6.2.2	4.4.2	4.4.2												
Infraestrutura	6.3														
Ambiente de Trabalho	6.4														
Processos com Clientes	7.2														

Quadro1: Cronograma com correlação de requisitos do SIG (adaptado).

Para estes questionamentos, há um método integrado de resposta: o Sistema Integrado de Gestão (SIG). Primou-se para criá-lo, respectivamente, a qualidade (ISO 9001); a gestão ambiental (ISO 14001); e a preocupação com a saúde e a segurança ocupacional do colaborador (OHSAS 18001), conseguindo-se, desta forma, aliar qualidade, meio ambiente e saúde ocupacional, premissas inerentes a um confiável laboratório de análises clínicas.

Existem exemplos básicos a serem adotados, que são *benchmarking* pelas qualidades do serviço, cuidado ambiental e qualidade ocupacional do colaborador, como por exemplo:

- Corrimão e fitas antiderrapantes nas escadas de acesso, a fim de garantir a segurança;
- Uso de pequenos elevadores de carga (em casos de laboratórios com mais de um pavimento);
- Figuras sinalizadoras de uso de equipamentos de proteção individual (EPI);
- Preocupação com a ergonomia dos colaboradores, em relação à altura e disposição de cadeiras e mesas; suporte acolchoado para punho (utilização do *mouse*), etc;
- Utilização do verde, sempre que possível, nas dependências do laboratório, causando boa impressão paisagística e preocupação contínua com a preservação ambiental;
- Adequação da temperatura do local de trabalho, a fim de proporcionar maior conforto ao colaborador nos processos;
- Bem implantado, o uso da pirâmide para implantação do Sistema Integrado de Gestão pode gerar dentre outros benefícios:
- Redução de acidentes e doenças ocupacionais que impõem custos financeiros aos indivíduos, aos empregadores e à sociedade em geral;
- Redução de custos não segurados decorrentes de perdas por acidentes que, em média, são maiores do que os custos dos prêmios de seguro (média nacional);

- Eliminação do risco potencial de ter que arcar com custos decorrentes da aplicação de multas por agressão ao Meio Ambiente, que muitas vezes são maiores que o lucro do período (quando se aplica);
- Indução de tomada de decisões com visão sistêmica;
- Otimização do fluxo de informação, reduzindo deste modo a ocorrência de erros (toda informação concentrada num único documento);
- Fortalecimento da imagem corporativa perante a sociedade;
- Fortalecimento da defesa da empresa perante a ANVISA e outras entidades afins;
- Fortalecimento da defesa da empresa, frente a acusações de problemas ambientais e de saúde pública.

4 CONCLUSÃO

Com a implantação de um SGA como ponta de lança para um SIG que contenha uma Gestão Integrada da Qualidade (com as normas NBRISO 9001:2008, NBRISO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007) nos laboratórios de análises clínicas, seguindo o contexto mundial no tocante à Gestão Ambiental e à sustentabilidade, os laboratórios passam a assegurar, às partes interessadas, o comprometimento com uma gestão ambiental demonstrável, um produto adequado ao uso do consumidor e sob especificação, e com a garantia de saúde ocupacional e segurança para os operadores destes sensíveis processos. Desta forma é possível propiciar redução e controle de custos de qualidade do produto, qualidade ambiental externa e interna ao fluxo do processo, além de gerar oportunidades para conservação de recursos e energia.

Hoje, a preocupação com o meio ambiente interno e externo à produção é notória e estendida a toda sociedade. Graças ao SIG, a sociedade verifica a preocupação empresarial do laboratório para com a sua sustentabilidade, melhorando seus relacionamentos com todas as partes interessadas (clientes, ONG's, fornecedores,

governo e funcionários), fortalecendo assim a imagem da empresa e a participação no mercado.

REFERÊNCIAS

ABNT - NBR ISO 9001:2008. *Sistemas de gestão da qualidade*: requisitos.

ABNT - NBR ISO 14001:2004. *Sistemas de gestão ambiental*: requisitos com orientações para uso.

OHSAS 18001:2007. *Sistema de gerenciamento de segurança e saúde ocupacional*: especificação.

BARRETO, J. C. N. *Apontamentos de aula sobre SIG/GIQ no curso de especialização em Gestão Ambiental*. Universidade de Uberaba 2007

BARRETO, J. C. N. *As ferramentas da qualidade e seu uso no gerenciamento da indústria no polo sidero-petroquímico de Cubatão*. Tese (Doutorado) em Saúde Pública. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.usp.br/teses/>>. Acesso em: 23 fev. 2010.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. *Avaliação qualitativa paraconsistente do processo de implantação de um sistema de gestão ambiental*. *Gestão da Produção*, jan./abr. 2006, vol.13, n.1, p.117-127.

COMITÊ BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL/ABNT CB-38. *Interpretação NBR ISO 14001 (2004)*, fev., 2006.

DET NORSKE VERITAS – DNV. Disponível em: <<http://www.dnv.com.br>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

ENVIROMENTAL MANAGEMENT – 2002. *In: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)*. Disponível em: <<http://www.iso.ch>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

OLIVEIRA, M. A. *Em busca da excelência empresarial*. São Paulo: DVS Editora, 2004.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF-Brasil). Disponível em <<http://www.wwf.org.br>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

<<http://www.bsigroup.com>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

<<http://www.fleury.com.br>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

Para contato com os autores:

Paulo Henrique Lopes Alves
paulohla@terra.com.br

José Carlos Nunes Barreto
nunesbarreto@debatef.com.br

O PERFIL DO EDUCADOR NO BRASIL COLÔNIA – FASE JESUÍTICA

Jordana Romero Silva Motta

Pós-graduanda no curso de formação de professores com ênfase no ensino superior - IFSP
Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Aluna da FEUSP

Este artigo visa demonstrar a estrutura educacional no Brasil Colônia por quase dois séculos em poder dos jesuítas, também como a ordem religiosa Companhia de Jesus tornou-se a ordem dominante no campo educacional com o plano educacional do Pe. Manuel da Nóbrega, responsável para organizar os Colégios para converter os indígenas à fé católica pela catequese e pela instrução. E, assim, mostrar como os jesuítas, os grandes educadores na época, dedicaram especial atenção ao preparo dos professores.

Palavras-chave: Educação. Plano de ensino. Ideologia.

This article aims to demonstrate the educational structure held by the Jesuits in the Colonial Brazil for nearly two centuries. It also shows how the religious order “Society of Jesus” became the dominant order in education with the educational plan of priest Manuel da Nóbrega, responsible for organizing the school to convert the natives to the Catholic faith by catechesis and instruction. Finally, this study shows how the Jesuits, the great educators at the time, have devoted special attention to the preparation of teachers.

Keywords: Education. Education plan. Ideology.

1 INTRODUÇÃO

Erro de português¹

Quando o português chegou
Debaixo de uma bruta chuva
Vestiu o índio
Que pena!
Fosse uma manhã de sol
O índio tinha despido
O português

Os versos sob a ótica jocosa da poesia oswaldiana trazem-nos informações sobre o descobrimento do Brasil, fazendo a relação entre “vestir” e “despir” no encontro das civilizações.

As condições adversas, alheias à vontade dos que aqui habitavam “debaixo de uma bruta chuva”, mostram a imposição de cultura. Pena que não era “uma manhã de sol...”

2 QUEM VESTIU QUEM?

Foram os jesuítas que criaram e mantiveram por dois séculos o ensino público no Brasil, tendo como objetivo da vinda da Companhia de Jesus para este país os propósitos missionários de catequizar os índios e a política colonizadora inaugurada por D. João III.

Com a chegada dos primeiros colonizadores europeus em 1535, a educação dos jesuítas ficou exclusivamente a cargo dos religiosos católicos e predominantemente da congregação jesuítica por 210 anos.

A Companhia de Jesus foi aprovada pelo Papa Paulo III em 27 de setembro de 1540. Em 1549 desembarcavam no Brasil-Colônia os primeiros Jesuítas: o Padre Manoel da Nóbrega, como integrante do projeto colonial, e mais quatro companheiros com a tarefa inicial de organizar o Catolicismo no Brasil.

Não se pode esquecer de que, apesar de os jesuítas serem os primeiros educadores enviados ao Brasil, estes não tinham o intuito de educar, mas sim de catequizar os indígenas a fim de angariar trabalhadores para a Coroa. Eles estavam cientes de que para converter os nativos à sua fé, seria necessário primeiramente alfabetizá-los. Assim, para atingir o objetivo jesuítico na Terra de Santa Cruz era preciso começar a catequizar as crianças, porque nelas ainda não estavam enraizados os hábitos e costumes da cultura indígena, já que o trabalho com os adultos tornava-se praticamente impossível, devido às suas crenças.

A obra jesuítica produzida durante a colonização constitui a chamada literatura de informação sobre o Brasil, em que se destacam: *A carta de Pero Vaz de Caminha a El-rei D. Manuel*; *O diário de navegação de Pero Lopes de Sousa*; *O tratado da Terra do Brasil e História da Província de Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil* de Pero Magalhães Gândavo; *A narrativa epistolar e os Tratados da terra e da gente do Brasil* do jesuíta Fernão Cardim; *Tratado descritivo do Brasil* de Gabriel Soares de Sousa; *Os diálogos das grandezas do Brasil* de Ambrósio Fernandes Brandão; *As cartas dos missionários jesuítas que foram escritas nos dois primeiros séculos de catequese*; *O diálogo sobre a conversão dos gentios* do Padre Manuel da Nóbrega e *A história do Brasil* do Frei Vicente de Salvador.

Segundo Alfredo Bosi (2006, p.14), a *Carta de Caminha* é a “autêntica certidão de nascimento” do Brasil. Nela encontramos, além de informações sobre a aparência dos índios, a descrição local e o que mais interessa: a preocupação missionária de uma cristandade ainda que medieval quando se refere à catequese dos índios.

Já Gândavo² nos informa sobre a língua falada pelos nativos, a inexistência de letras e vocábulos específicos para os homens e outros para mulheres.

No entanto a obra jesuítica na colonização foi muito importante para a formação da vida cultural, pois os jesuítas

formaram as primeiras escolas, iniciaram as atividades pedagógicas, iniciaram as bibliotecas e foram os responsáveis pelos primeiros textos artísticos no Brasil.

Essas obras apresentam ideias religiosas, conceitos pedagógicos e morais, tudo reproduzindo as formas literárias medievais.

A criação dos colégios jesuíticos passou por diversas organizações. A primeira foram os colégios tipo residências, destinados aos meninos que seriam os futuros jesuítas, sendo que esses residiam e estudavam no mesmo local e frequentavam as universidades civis, para um maior controle dos futuros mandatários da doutrina e da fé cristã.

A segunda deu-se quando surgiram os colégios docentes para jesuítas, onde lá moram e ensinavam, ficando totalmente internos e a terceira era que esses colégios para docentes somente admitiam alunos seculares, tendo como professores os jesuítas e por fim, na última fase, os colégios se destinavam apenas para seculares ou só para jesuítas, com uma formação séria e rígida para os que seriam futuros membros da Companhia de Jesus.

3 AÇÃO PEDAGÓGICA E IDEOLÓGICA

Toda ação pedagógica dos jesuítas foi marcada pelas formas dogmáticas de pensamento, indo contra o pensamento crítico. O ensinamento proposto pelos jesuítas era alheio ao interesse da Colônia, o que mais tarde vai determinar a sua expulsão pelo Marquês de Pombal, Sebastião José de Carvalho, primeiro-ministro de D. José I, então rei de Portugal.

Havia dois modelos de instrução: um para os indígenas, centrado na leitura, escrita e algumas operações, e outro para os filhos dos colonos, consistindo num ensino mais intelectualizado.

O sistema educacional no período colonial no Brasil (1549-1808) era composto desde a sua origem de forma etnicamente plural e com diversas línguas, e neste

sentido podemos perceber quem tinha acesso à educação disponível e quais as condições de acesso à educação oferecida.

O plano de instrução era consubstanciado na *Ratio Studiorum*, cujo ideal era a formação do homem universal, humanista e cristã. A educação se preocupava com o ensino humanista de cultura geral, enciclopédico. (...) Esses eram os alicerces da Pedagogia Tradicional na vertente religiosa (...), é marcada por uma “visão essencialista de homem, isto é, o homem constituído por uma essência universal e imutável”. A essência humana é considerada criação divina e, assim, o homem deve se empenhar para atingir a perfeição, “para fazer por merecer a dádiva da vida sobrenatural”. (SAVIANI, 1984 p. 12).

Com a mudança do regime de capitânicas hereditárias para Governo Geral, temos o primeiro representante do poder público na colônia com o objetivo de apoiar as capitânicas para que o processo de colonização seguisse um desenvolvimento normal, e com essa mudança têm-se os “Regimentos”, que é a nova política ditada por D. João III em 1548. Nessa política é encontrada uma diretriz, referente à conversão indígena à fé católica pela catequese e pela instrução” (BERTOGNA, 2009, p.15). Para que isso se realizasse chegam ao Brasil São Tomé de Souza, quatro padres e dois irmãos Jesuítas chefiados por Manoel da Nóbrega em 1549.

Como o objetivo da colonização era dinamizar a vida da metrópole através das atividades coloniais, necessárias para impulsionar a passagem do capitalismo mercantil ao capitalismo industrial, percebe-se aos poucos que a organização escolar no Brasil-Colônia sempre esteve vinculada à política colonizadora dos portugueses.

Com a mudança de orientação de colonizar através da ocupação para o povoamento e o cultivo da terra, temos o surgimento da pequena nobreza para organizar a empresa colonial e assim surgem os escravos: índios e negros.

Dentro desse contexto, os jesuítas recebiam subsídios do Estado português relativos a missões, deveriam fundar colégios e ficavam juridicamente obrigados a formar gratuitamente sacerdotes para a catequese.

O Plano de Ensino de Nóbrega foi elaborado de forma diversificada para atender à diversidade tanto de capacidades como de interesses, tinha a intenção de catequizar e instruir os indígenas como determinavam os “Regimentos” e como naquele momento os Jesuítas eram os únicos educadores de profissão, teve-se a necessidade de incluir os filhos de colonos nos colégios.

O Plano iniciava-se com aprendizado de português, o ensino da doutrina cristã e a escola de ler e escrever. Em caráter opcional o ensino de canto orfeônico e música instrumental. Havia também uma subdivisão: de um lado aprendizado profissional e agrícola que para Nóbrega eram necessários para formar pessoal capacitado para funções essenciais na colônia; do outro, aulas de gramática e viagens de estudo pela Europa.

Mesmo não tendo no início – de forma explícita – o direcionamento do ensino profissional à população indígena, isso ocorre por constatarem a não adequação do indígena a vocação sacerdotal católica.

Com a Reforma e, subsequentemente, a Contra-Reforma passam a vigorar as “Constituições da Companhia de Jesus” em 1556 e esse plano de Nóbrega passa a sofrer sérias resistências, as quais ele enfrenta até sua morte em 1570, e dessa data até 1759 o *Ratio Studiorum* – organização e plano de estudos da Companhia de Jesus – deixa claro o desinteresse pela cultura local, pois segue o modelo europeu suprimindo o aprendizado de canto, de música instrumental e o aprendizado profissional e agrícola, que estavam presentes no plano de estudo do Pe. Manoel da Nóbrega, incluindo os cursos de Humanidades, Filosofia e Teologia, direcionando assim a instrução aos filhos de colonos e futuros sacerdotes, não sendo possível “instruir” os índios.

Não pode minha consciência aprovar as desculpas que se buscam para capturar os Brasis, porque nunca se achou pai no Brasil que vendesse filho verdadeiro, porque os amam grandissimamente. Os que dizem que se vendem a si mesmos, fazem-no ou porque não entendem que coisa é vender a liberdade, ou são induzidos com mentiras e enganos e às vezes com muitos açoites, e assim os pobres, achando-se alcançados, fogem e querem ir morrer por estes matos, antes de sofrer tão grave cativo à mão de tais inimigos³.

Manoel da Nóbrega era a favor da liberdade indígena e, segundo José de Anchieta, “Manoel da Nóbrega morreu abraçado à cruz da obediência.”⁴

Temos assim os Colégios Jesuítas como formadores da elite colonial onde eram instruídos os descendentes dos colonizadores e catequizados os indígenas, o que era bom do ponto de vista religioso para a Companhia de Jesus, pois o catolicismo estava bastante abalado devido à Reforma e era bom também do ponto de vista econômico para os colonizadores porque o índio ficava mais dócil e mais fácil de ser aproveitado como mão-de-obra.

A formação intelectual oferecida pelos jesuítas era rígida, na maneira de pensar e interpretar a realidade. Foram eficientes na condição do ensino com o objetivo de propagar a fé cristã e por isso eram criteriosos na formação de professores, que se tornavam aptos após os trinta anos. Tinham também cuidado com a seleção de materiais a serem usados pelos educadores, principalmente em filosofia e teologia.

Um trecho de uma das regras do *Ratio* diz que “... se algum docente for amigo de novidades ou de espírito demasiado livre deve ser afastado sem hesitação da docência” (HOLANDA, 2003).

Com objetivo acima de tudo religioso, a educação era baseada na escolástica medieval e no catecismo, sua metodologia fazia com que tanto os religiosos de

profissão quanto os intelectuais fossem bastante resistentes a mudanças. A rejeição ao espírito científico gerou graves consequências na vida intelectual tanto da metrópole quanto da colônia. O ensino era desvinculado da realidade, seguia os moldes da metrópole: literatura antiga e língua latina com necessidade de complementação na metrópole.

A dominação dos letrados contribuía para a manutenção da dominação da metrópole sobre a colônia devido a uma educação moral que desenvolvia atitudes de submissão e garantia a ordem e a sociabilidade entre as pessoas.

A maior beneficiada da relação entre governo português e jesuítas era a ordem religiosa, que, além de administrar bens materiais, tinha como objetivo principal formar o cristão (católico) desvinculado de governos. Os melhores alunos eram escolhidos para cursar Teologia e no futuro tornar-se parte da Companhia de Jesus. O rompimento veio com a expulsão da Companhia de Jesus de Portugal e do Brasil em 1759, quando há uma preocupação de modernizar a cultura portuguesa por Marquês de Pombal, havendo assim uma ruptura com o medieval...

Mesmo os depoimentos dos adversários dos jesuítas atestam a excelente qualidade da formação desses padres e do ensino por eles proposto. Eram considerados os professores que sabiam melhor como tratar os meninos e conservar o zelo pelos estudos, sendo também excelentes e sutis filósofos.

Na verdade, como se sabe, alguns jesuítas foram considerados bem-aventurados pela Igreja Católica, tais como o Padre José de Anchieta, o que significa que esteve muito próximo da santidade dos altares.

Um depoimento importante foi legado pelo maior inimigo dos jesuítas: o estudioso francês D’Alembert o qual afirmava que nenhuma sociedade religiosa teve a glória de possuir tantos membros distintos em ciências e literatura. (D’ALEMBERT, p.150-151, apud NASCIMENTO, 2007, p.9).

4 MUDANÇA DE RUMO NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA?

O objetivo primeiro do colégio era formar o clero, por isso enfatizavam-se os bons costumes, a fidelidade à Igreja e ao Papa, porém, após 210 anos de serviços educacionais prestados ao Brasil, os jesuítas foram banidos porque o Marquês de Pombal pretendia reerguer o país, colocando as escolas a serviço do Estado e não mais da fé. Sendo assim, a educação jesuítica não coadunava com os interesses comerciais de Portugal que estava decadente em relação a outras potências europeias.

Quando foram expulsos, em 1750, não se sabe ao certo quantas casas, províncias, colégios e seminários a Província dos Jesuítas no Brasil possuía, o que se sabe é que o número era substancial.

Assim, à derrocada seguiu-se a fragmentação, marcada por um ensino fraco, dividido entre outras ordens religiosas e a inexpressiva participação estatal. Posteriormente, ocorreu a restauração da Companhia de Jesus (agosto de 1814), através do Decreto do Papa Pio VII, *Solicitudo omnium Ecclesiarum*, sendo que os jesuítas voltaram a atuar na área educacional, utilizando o mesmo método bem-sucedido na fase inicial. Com esse retorno, novos colégios são erigidos e se reestruturam as universidades em todo o mundo.

Percebemos, assim, ainda hoje que a organização escolar no Brasil segue vinculada aos ideais de um sistema de governo vigente. Não temos uma política educacional apartidária, nacional, quando o que importaria seria a construção do conhecimento do ser humano como um todo. Por exemplo, vemos hoje no ensino público paulista um retrocesso quando analisamos a implantação do currículo sem levar em consideração as diferenças dos colégios e do ser humano, quando há a vinculação de resultados educacionais com o lucro, com bonificações. Assim, esse ser humano transforma-se em clientela.

A educação jesuítica era preocupada em manter o conhecimento acadêmico para os filhos de colonos e dedicavam especial atenção à formação dos jovens que seguiriam na Companhia de Jesus. Os índios eram colocados em um plano de preparação para o trabalho. Hoje uma minoria segue uma formação acadêmica com um ensino mais intelectualizado e a grande maioria da população é direcionada a formar-se como mão-de-obra para suprir a demanda no mercado de trabalho.

A não valorização da formação do professor com uma visão holística e o descaso principalmente com o professor das classes iniciais, que sempre ficou à margem da valorização profissional, merecem destaque.

A Instituição Escolar não é feita apenas de professores, alunos e métodos, embora eles sejam importantes. Ela se constitui a partir de interesses que identificam os marcos que são a identidade da sociedade e isso se dá através de princípios de uma comunidade politicamente organizada, que ocupa determinado território e é dirigida por um governo, estabelecendo desta forma as relações que absorvem as tendências dominantes em cada momento da história.

NOTAS

¹ ANDRADE, O. *Poesias reunidas*. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilizações Brasileira, 1971.

² História da Província de Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil. Disponível em: <www.dominiopublico.gprocura.com.br/.../html>. Acesso em: 10/07/2010.

³ Manoel da Nóbrega. Disponível em: <http://www.institutoandreluiz.org/manoel_da_nobrega.html>. Acesso em: 05/06/2010.

⁴ José de Anchieta. Disponível em: <http://www.institutoandreluiz.org/manoel_da_nobrega_final_da_missao.html>. Acesso em: 06/09/2010.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, O. *Poesias reunidas*. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilizações Brasileira, 1971.

BERTOOGNA, V. *A educação profissional no Brasil: A questão do dualismo ainda permanece?* 2009. Dissertação (Mestrado em

Educação). UNOESTE: SP, 2009. Disponível em: <http://tede.unoeste.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=177>. Acesso em: 21 nov. 2010.

BOSI, A. *História concisa da literatura brasileira*. São Paulo: Cultrix, 2006. p.14.

HOLANDA, S. B. *História geral da civilização brasileira*. (1º vol.) 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

RIBEIRO, M. L. S. *História da educação brasileira: a educação escolar*. 20. ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

NASCIMENTO, M. I. M. et al. *Instituições escolares no Brasil colonial e imperial*. Disponível em: <http://www.histedbr.fae.unicamp.br/revista/edicoes/28/art12_28.pdf>. Acesso em: 03/08/2010.

SAVIANI, D. *Escola e democracia*. São Paulo: Cortez, 1984.

SCMITZ, E. F. *Os jesuítas e a educação: filosofia educacional da Companhia de Jesus*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1994.

Para contato com a autora:

jordanamotta@ig.com.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SÃO PAULO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
NÚCLEO DA REVISTA SINERGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

Eu,,
....., natural de, nacionalidade
....., estado civil, profissão,
....., residente e domiciliado (a) na Rua,
....., n.º, Bairro,
....., CEP, Cidade,
....., UF, RG nº:, SSP/.....,
e-mail:....., telefone: e CPF nº,
....., pelo presente instrumento particular, declaro que o trabalho intitulado,
..... é de minha autoria juntamente com os (co) autores
a seguir:
..... e, com ciência deles, autorizo a sua reprodução total, por meio eletrônico e impresso, a
título gratuito, inclusive de fotografias, ilustrações etc. que se refiram a pessoas ou instituições e
que estejam contidas no trabalho, para publicação na Revista *Sinergia*, um periódico científico-
tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, situado na Rua
Pedro Vicente, 625 – Canindé - São Paulo — SP — CEP 01109-010.

Se comprovado plágio em qualquer trabalho publicado, a Revista *Sinergia* isenta-se de
qualquer responsabilidade, devendo seu(s) autor(es) arcar(em) com as penalidades previstas
em lei.

A aceitação do artigo pelo Conselho Editorial implica automaticamente a cessão dos direitos
autorais relativos ao trabalho.

São Paulo,..... de de 20.....

.....
Autor responsável pela inscrição do trabalho

NORMAS PARA A SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Instruções para os autores

Consulte o site:

<<http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia/submissao.htm>>
para obter um modelo de artigo com normas comuns aplicadas na Revista Sinergia.

- O artigo, preferencialmente inédito (que não foi publicado ou impresso - original), deve ser enviado ao Núcleo Editorial da Revista Sinergia (IFSP), já revisado, em duas cópias, sendo uma não identificada, digitada em Microsoft Word 97 ou posterior de preferência em formato .rtf (para preservar a formatação - itálico, negrito e etc. - na diagramação impressa e eletrônica);

- Poderá ter de preferência até sete páginas, incluindo ilustrações (desenhos, gravuras ou imagens e etc.), legendas, notas e referências, sendo preferível que as ilustrações venham separadas do arquivo com o artigo e referenciadas na posição do texto em que serão inseridas. Em se tratando de artigos de grande relevância para a comunidade científica, o artigo poderá ter até 15 páginas;

- As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, com extensão .TIFF ou .PSD (trabalhando em Photoshop), tamanho mínimo 7,5x7,5cm e máximo de 15,5x15,5cm. Serão exigidas a indicação de fonte e a autorização para reprodução, quando se tratar de ilustrações já publicadas. Para cópias de telas de computador com a tecla PrtScn do teclado, recomenda-se salvar com a extensão bitmap de 24 bits (.bmp), se for usado o PaintBrush para captura da imagem com o comando Editar->Colar;

- Os originais devem ser precedidos de um Resumo, de 100 a 250 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). Preferencialmente, 100 palavras é um bom tamanho de resumo para ocupar apenas uma página e não comprometer mais que uma página de resumo (entraremos em contato para eventuais cortes). As palavras-chave, devem ser antecedidas da expressão "Palavras-chave", separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto (Norma da ABNT NBR 6022:2003), em português e inglês;

- Logo abaixo, os dados sobre o autor, assim como titulação, vínculo profissional e endereço, telefone e e-mail para contato;

- Tabelas devem ser enviadas em formato Word/ Excell 97 ou posterior;

- O título e o subtítulo do artigo deverão ser centralizados;

- O nome do autor e sua identificação precisam ser centralizados e separados do subtítulo por duas linhas em branco. Caso o artigo tenha vários autores, as informações sobre eles serão separadas por uma linha em branco;

- As referências bibliográficas (de acordo com as Normas da ABNT NBR 6023:2002) conterão somente as obras citadas no texto;

- Em fechamento de edição com diversos artigos inéditos, daremos preferência para artigos com as normas da ABNT NBR aplicadas;

A revista não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações ou questões similares emitidas pelos autores, como também sugerimos a leitura do Termo de Autorização e Responsabilidade, bem como o envio deste termo assinado. Com diversos artigos inéditos, daremos preferência para artigos com o Termo de Autorização e Responsabilidade assinado pelo autor ou co-autor.

Tabela 1: Orientação básica para formatação.

Fonte Times New Roman com espaçamento de entrelinhas simples			
Elementos:	Tamanho:	Aparência:	
Título	13 pontos	Maiúscula/Negrito	Centralizado
Subtítulo	12 pontos	Negrito	Centralizado
Autore(s)	12 pontos	Normal	Centralizado
Breve currículo	8 pontos	Normal	Centralizado
Resumo	12 pontos	Itálico/Negrito	Justificado
Texto	12 pontos	Normal	Justificado
Legendas	8 pontos	Normal	Esquerda
Referências	12 pontos	Normal	Vide-Normas

Tabela 2: Orientação básica para formatação.

Normas aplicadas na Revista Sinergia:	
ABNT NBR 6022:2003	Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação
ABNT NBR 6028:2003	Informação e documentação - Resumo - Apresentação
ABNT NBR 6024:2003	Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação
ABNT NBR 10520:2002	Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação
ABNT NBR 6023:2002	Informação e documentação - Referências - Elaboração
IBGE	Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.
ABNT NBR 12225	Informação e documentação - Lombada - Apresentação
Para consulta, procure a biblioteca da faculdade mais próxima.	

CONTATO:

NÚCLEO EDITORIAL DA REVISTA SINERGIA

site: <http://www.cefetsp.br/edu/prp/sinergia>

e-mail: sinergia@cefetsp.br

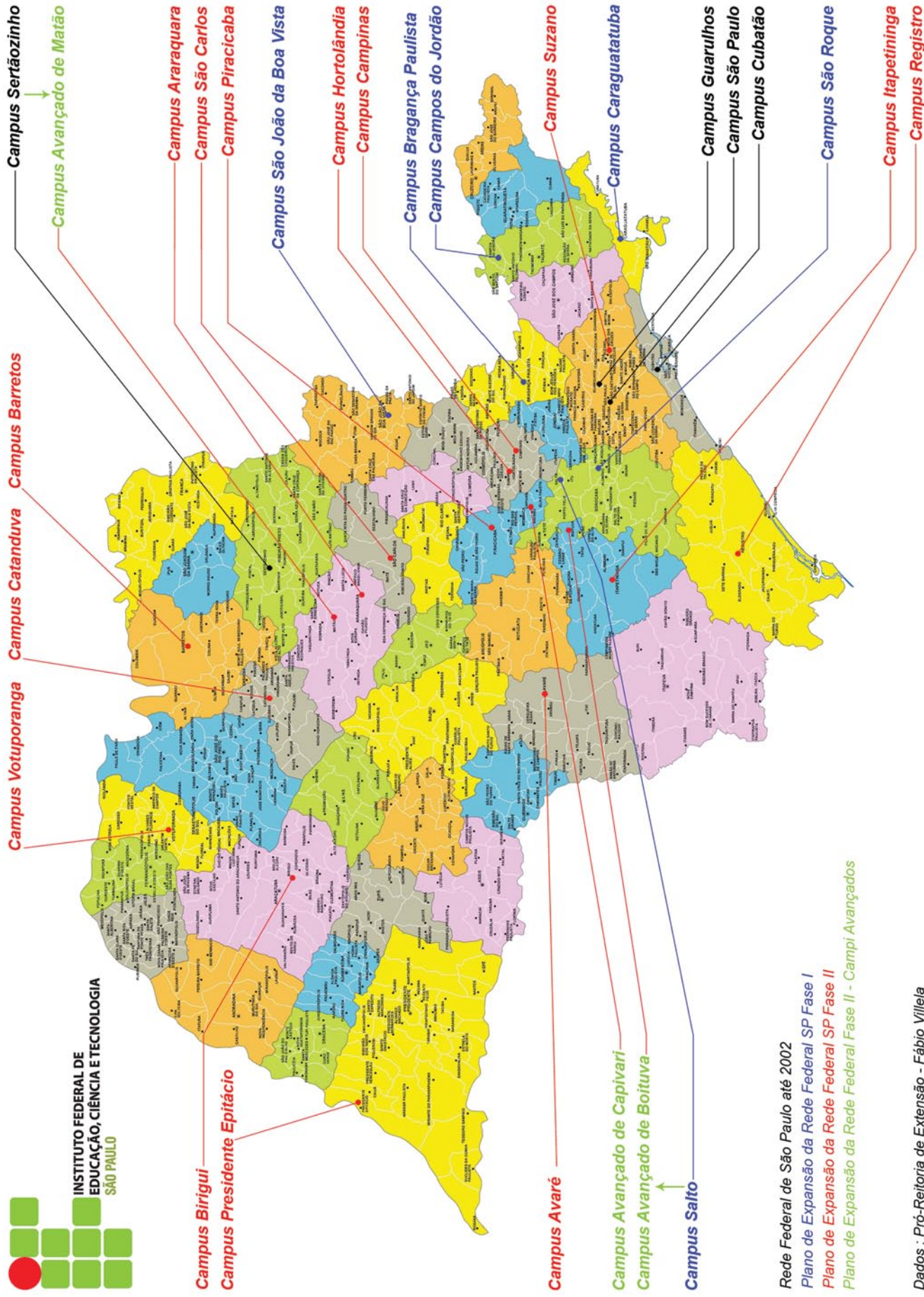
Raul de Souza Püschel tel.: (11) 2763-7679

Ademir Silva tel.: (11) 2763-7633/2763-7679

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**



Rede Federal de São Paulo até 2002

Plano de Expansão da Rede Federal SP Fase I

Plano de Expansão da Rede Federal SP Fase II

Plano de Expansão da Rede Federal Fase II - Campi Avançados

Dados : Pró-Reitoria de Extensão - Fábio Villela

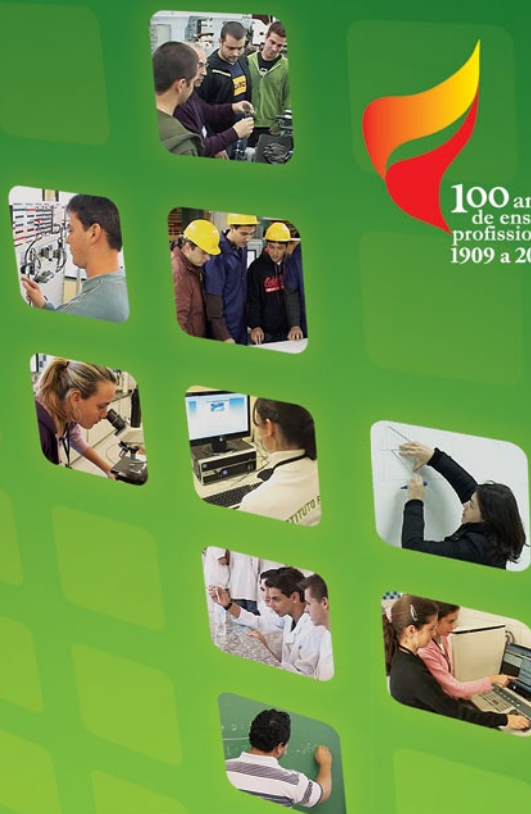
O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo oferece ensino profissionalizante gratuito, da educação básica à superior, para milhares de jovens no estado.

Ao longo de 100 anos de história, forma cidadãos capacitados nas áreas de Controle e Processos Industriais, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Recursos Naturais, Produção Industrial, Hospitalidade e Lazer, e licenciaturas.

Você pode optar por 16 cursos técnicos (integrado, concomitante e subsequente), 20 de nível superior (entre licenciaturas, tecnologias e engenharias), 4 na modalidade de jovens e adultos, além dos cursos de pós-graduação.

Os 21 *campi* do IFSP são referência em educação. Nossos alunos estão entre os primeiros colocados nas avaliações nacionais e são disputados pelo mercado de trabalho.

Instituto Federal de São Paulo. Futuros brilhantes começam aqui.



Instituto Federal de São Paulo.

Tradição e inovação no ensino profissional.

8,5 mil alunos
matriculados no
estado de SP



**INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO**

CAMPUS ARARAQUARA Ramal de Acesso Engenheiro Heitor de Souza Pinheiro, s/n.º • **CAMPUS BARRETOS** Av. C-1, s/n.º - Bairro Ide Daher • **CAMPUS BIRIGUI** R. Pedro Cavallo, s/n.º - Residencial Portal da Pérola II • **CAMPUS AVANÇADO BOITUVA** Av. Zélia de Lima Rcsa, 100 - Portal dos Pássaros • **CAMPUS BRAGANÇA PAULISTA** Av. Francisco Samuel Lucchesi Filho, 770 - Penha • **CAMPUS CAMPOS DO JORDÃO** R. Monsenhor José Vita, 280 - V. Abermessia • **CAMPUS AVANÇADO CAPIVARI** Av. Ênio Pires de Camargo, s/n.º - Bairro São João Batista • **CAMPUS CARAQUATATUBA** Av. Rio Grande do Norte, 450 - Indaiá • **CAMPUS CATANDUVA** Av. Imperatriz, s/n.º - Distrito Industrial • **CAMPUS CUBATÃO** R. Maria Cristina, 50 - Jd. Casqueiro • **CAMPUS GUARULHOS** Av. Salgado Filho, 3501 - V. Rio de Janeiro • **CAMPUS ITAPETININGA** Av. João Olímpio de Oliveira, s/n.º - Bairro Assen • **NÚCLEO AVANÇADO MATÃO** Av. Habib Gabriel, 1360 - Residencial das Acácias • **CAMPUS PIRACICABA** Rod. Deputado Laércio Corte, s/n.º - Santa Rosa • **CAMPUS SALTO** R. Rio Branco, 1780 - V. Teixeira • **CAMPUS SÃO CARLOS** Rod. Washington Luís, km 235 AT-6, Sala 119 • **CAMPUS SÃO JOÃO DA BOA VISTA** Acesso Dr. João Batista Merlin, s/n.º - Jd. Itália • **CAMPUS SÃO PAULO** R. Pedro Vicente, 625 - Canindé • **CAMPUS SÃO ROQUE** Rod. Prefeito Quintino de Lima, 2100 - Goianã • **CAMPUS SERTÃOZINHO** R. Américo Ambrósio, 269 - Jd. Canaã • **CAMPUS SUZANO** Av. Mogi da Cruzes, s/n.º - Parque Suzano • **WWW.IFSP.EDU.BR**