

TECNOLOGIA & CULTURA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ

Ano 9 nº 10 jan./jun. 2007

30 UMA ABORDAGEM ÉTICA SOBRE AS
TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS

68 SONOLUMINESCÊNCIA:
IMPLOÇÃO E TRANSFORMAÇÃO

75 ENTREVISTA:
ECONOMIA DO HIDROGÊNIO:
MAIS DO QUE UM ASSUNTO DO FUTURO



CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

Av. Maracanã, 229 - Maracanã
Rio de Janeiro/RJ - CEP 20271-110
www.cefet-rj.br

Revista

Tecnologia & Cultura

Ministério da Educação - MEC
Secretaria de Educação Profissional e
Tecnológica - SETEC

CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

TECNOLOGIA & CULTURA - Revista do CEFET/RJ
Ano 9 - Número 10 - jan./jun. 2007

Av. Maracanã 229 - CEP 20271-110
Maracanã - Rio de Janeiro/RJ
Telefone geral: (21) 2566-3160
Telefax: (21) 2284-6021

<http://www.cefet-rj.br>
E-mail: revista@cefet-rj.br

Diretor-Geral
Miguel Badenes Prades Filho

Vice-Diretor
Carlos Henrique Figueiredo Alves

Diretor de Ensino
Maurício Saldanha Motta

Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação
Lilian Martins da Motta Dias

Diretora de Gestão Estratégica
Carmen Perrotta

**Conselho Técnico-Científico da
Revista Tecnologia & Cultura**
Presidente do Comitê Técnico-Científico
Marco Braga (CEFET-RJ)

Tecnologia & Sociedade

Marco Braga
(Editor / CEFET-RJ)
Marisa Brandão
(CEFET-RJ)
Monica Waldhelm
(CEFET-RJ)
Regina Viegas
(CEFET-RJ)
Alvaro Chrispino
(CEFET-RJ)
Gaudêncio Frigotto
(UFF)
Isabel Malaquias
(Universidade de Aveiro - Portugal)
Carlos Fiolhais
(Universidade de Coimbra - Portugal)
Olival Freire Junior
(UFBA)
Ana Margarida Campello
(FIOCRUZ)

Tecnologia & Gestão

Antonio Pithon
(Editor / CEFET-RJ)
José Antonio Peixoto
(CEFET-RJ)
José Dinis Carvalho
(Universidade do Minho - Portugal)
Rui Manoel Souza
(Universidade do Minho - Portugal)
Rogério Valle
(COPPE-UFRJ)
Luis Enrique Valdiviezo Vieira
(UENF)

Tecnologia & Inovação

Hector Reynaldo
(Editor / CEFET-RJ)
Maurício Motta
(CEFET-RJ)
Carlos Henrique Figueiredo Alves
(CEFET-RJ)
Américo Scotti
(Universidade Federal de Uberlândia)
Ari Sauer Guimarães
(UFRJ)
Ivani de Souza Bott
(PUC-RJ)

Pareceristas Externos ao Comitê Técnico

Prof. José Claudio Reis
(Colégio Pedro II)
Profa. Neila Alves
(Fiocruz)
Profa. Andrea Guerra
(CEFET-RJ)

Editoria

Diretoria de Gestão Estratégica
Secretaria editorial - Edson Galiza

Revisão

Carmen Perrotta
Edson Galiza

Biblioteca Central

Leila Maria Bento
Ana Maria Milanez

**Projeto Gráfico/Diagramação
Seção de Programação Visual - SPROV**

Fernando da Silveira Bracet
Paulo Roberto Pires Macedo

Capa

Trabalho de interferência gráfica

Impressão

Setor Gráfico

Observações

Os conteúdos dos artigos publicados nesta Revista
são de inteira responsabilidade de seus autores.
Proibida a reprodução total ou parcial desta obra
sem autorização dos autores.

- Sustentabilidade no Setor Energético: O Comprometimento do Cidadão com as Fontes Renováveis de Energia 07 (Aline Guimarães Monteiro / Carla Hoffmann / José Aires Trigo)	07
- Trabalhando com a Tecnologia da Informação e Comunicação: A Contextualização através do Currículo Escolar 18 (Shirlei Campos Victorino)	18
- Algumas Interfaces entre o Teatro e a Educação Científica 23 (Ricardo Roberto Plaza Teixeira / Daniel de Andrade Moura)	23
- Uma Abordagem Ética sobre as Tecnologias Agrícolas 30 (Rodrigo Grazinoli Garrido / Fabíola de Sampaio Rodrigues Grazinoli Garrido)	30
- Equipes Globais: O Caso de uma Empresa de <i>Joint-Venture</i> Internacional 40 (Viviane Carvalho Bejarano / Luiz Alberto Pilatti / Antonella Carvalho de Oliveira)	40
- Exportação de Algodão: Qual o Melhor Caminho? O Caso Brisot de Marco 49 (Katia Alves Ramalho Herzogenrath / Benjamim Cristobal Mardine Acuña)	49
- Relato e Benchmarking em Sustentabilidade Empresarial: Comparação entre a Indústria Automobilística no Brasil e na Alemanha 58 (Katia Regina Alves Nunes / Rogério de Aragão Bastos do Valle / José Antonio Assunção Peixoto / Susanne Hartard / Liselotte Schebek)	58
- Sonoluminescência: Implosão e Transformação 68 (Ana Lucia Ferreira de Barros / Gabriel da Costa Watanabe / Rafael Jiu Thom Dang)	68
- Entrevista Ciência, Tecnologia e Inovação Economia do Hidrogênio: Mais do que um assunto do futuro 75 (Marcelo Linardi)	75
- Resenha Coleção Breve história da ciência moderna 79 (Marco Braga / Andreia Guerra / José Claudio Reis)	79
- Dissertações	
<i>Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Matemática - 2006 (Parte 2)</i>	
Nº 1 - Um Curso de Eletrodinâmica Básica a Distância (Alfredo Sotto Fernandes Junior) 80	80
Nº 2 - Estudo Exploratório sobre o Uso de Ambientes Colaborativos Virtuais de Aprendizagem no Ensino Básico de Física (Cleber Silva de Menezes) 80	80
Nº 3 - A Física e a Sociedade na TV (Sidnei Percia da Penha) 81	81
<i>Mestrado em Tecnologia - 2006 (Parte 2)</i>	
Nº 1 - O Desenvolvimento das Competências Profissionais em Grupo de Trabalho Colaborativo: Estudo de Caso Baseado na Web (Luciano Rodrigues Pinto) 82	82
Nº 2 - A Gestão do Desempenho nos Ensaios Técnicos das Escolas de Samba do Grupo Especial do Rio de Janeiro (Mirian Martins da Motta Magalhães) 82	82
Nº 3 - A "Semana de Extensão" do CEFET/RJ: Uma Proposta de Indicadores de Desempenho do Evento (Raquel Barbosa Muratori) 83	83
Nº 4 - Propriedade Intelectual no Ensino Técnico: Perspectivas de Articulação na Escola Técnica Estadual Henrique Lage (Marcelo Luiz Soares Pereira) 83	83
Nº 5 - Modelo de um Sistema de Umidificação para o Setor de Acabamento de Indústria de Rocha Ornamental - Estudo de Caso (João Deusdedit da Silva Lopes) 84	84
Nº 6 - Potencialidades de Sistemas de Informação Georreferenciados: Uma Representação no Meio Científico (Luciana Marelli Mofati) 84	84
Nº 7 - Medição de Nível D'Água Empregando Ultra-Som: Estudo de Caso - Lagoa Rodrigo de Freitas (Rosalvo Rodrigues dos Santos) 85	85
Nº 8 - Reciclagem e Utilização de Resíduos Sólidos de Origem Orgânica na Confeção de Artefato para Construção Civil (Luiz Fernando Badejo Carvalho) 85	85

Nº 9	- A Geração e Gestão do Conhecimento a partir de um Ranking com Indicadores de Desempenho em uma Empresa Prestadora de Serviços de Assintência Técnica (Manoel Rui Gomes Maravalhas)	85
Nº 10	- Avaliação da Implantação do Modelo de Gestão da RelNC nas Incubadoras de Base Tecnológica Fluminenses (Alessandro Maia Ceia)	86
Nº 11	- Disseminação da Cultura de Propriedade Intelectual na Educação Profissional Técnica de Nível Médio: Uma Proposta para o CEFET/RJ (Ignez Maria Ferreira Sarmiento)	86

A presente edição de TECNOLOGIA & CULTURA consolida seu papel de agente de socialização do conhecimento na comunidade acadêmica e na sociedade em geral, promovendo a interface do ensino, da pesquisa e da extensão na divulgação científico-tecnológica e educacional. A revista dá continuidade ao processo de reorganização e renovação, mantendo seu escopo editorial de caráter abrangente, multidisciplinar, aberto a contribuições de docentes, pesquisadores e outros profissionais, com a publicação de textos inéditos voltados a resultados de pesquisa, revisões bibliográficas, estudos de casos, desenvolvimento de novas técnicas e materiais, entre outras produções.

Neste número, a temática dos artigos distribuídos nas seções Tecnologia & Sociedade, Tecnologia & Gestão, e Tecnologia & Inovação percorre questões ligadas ao setor energético, à educação científica, a tecnologias agrícolas, à gestão e sustentabilidade empresarial, à física experimental. Associando rigor e seriedade na elaboração dos artigos a uma linguagem também acessível ao leitor não especializado, os autores apresentam reflexões e experiências de interesse geral. Continua expressiva a presença de docentes do CEFET/RJ, com a participação de alunos integrantes de projetos de iniciação científica e de iniciação tecnológica, ao lado de outros autores com produção nacional e internacional.

Nesta edição, também, registram-se a entrevista de pesquisador do IPEN, que projeta a utilização estratégica do hidrogênio como vetor energético, e a resenha de publicação voltada à história da ciência, além dos resumos das dissertações defendidas pelos mestrandos do Centro.

TECNOLOGIA & CULTURA terá, nos próximos números, edições especiais, com a abordagem das temáticas (i) *Interdisciplinaridade e Educação*, (ii) *Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS e Ensino*, e (iii) *Inovação e Patentes*, nos números 11, 12 e 13, respectivamente, conforme convite à comunidade acadêmica para a seleção de artigos (www.cefet-rj.br).

O lançamento deste número 10 reafirma a Revista como importante empreendimento do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca oferecido à comunidade acadêmica e a toda a sociedade, refletindo o esforço da Instituição em fazer da produção intelectual componente da educação tecnológica de excelência.

A Editoria, DIGES.

Sustentabilidade no Setor Energético: O Comprometimento do Cidadão com as Fontes Renováveis de Energia

Aline Guimarães Monteiro
Carla Hoffmann
José Aires Trigo

RESUMO: O artigo aborda os aspectos relacionados ao setor energético, evidenciando a importância da energia na vida moderna e apresentando os impactos negativos ocasionados por esse setor. Para minimizar tais impactos, propõe-se a intensificação do uso de fontes renováveis de energia, em detrimento dos combustíveis fósseis, e a verificação do nível de comprometimento dos entrevistados com as questões ambientais ligadas diretamente ao setor energético, por meio da verdadeira disposição a contribuir com uma taxa extra cobrada mensalmente em suas contas de energia elétrica, de forma que possam ser realizadas pesquisas na área de fontes renováveis de energia. Esta investigação valeu-se dos conceitos do Método de Valoração Contingente (MVC), com a aplicação de um questionário sócio-ambiental a usuários de internet. Os resultados da pesquisa demonstram que o cidadão é mal informado a respeito de questões relacionadas ao setor energético, desconhecendo totalmente ou tendo apenas poucos conhecimentos sobre tecnologias de geração de energia.

Palavras-chave: Fontes renováveis de energia; Desenvolvimento sustentável; Valoração econômica.

ABSTRACT: The article approaches the aspects related to the energy section, evidencing its importance in modern life and showing some related negative effects. To minimize such impacts, it is suggested that increasing the use of renewable energy sources, at the same time, reducing fossil fuels consumption and the verification of the level of the interviewees' compromising with the environmental questions related directly to the energy section, through the true disposition to contribute with an extra tax collected monthly in their electric power bills, so that researches they can be accomplished in the area of renewable energy sources. This research used Contingent Valuation Method (CVM) concepts for the application of social environmental questionnaire to internet users. The results of the research demonstrate that the citizen is badly informed regarding subjects related to the energy section, totally ignoring or just tends scanty knowledge on technologies of generation of energy.

Keywords: Renewable energy; Sustainable development; Economic valuation.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, a energia tem desempenhado um papel fundamental, desde os tempos mais remotos, culminando com a Revolução Industrial e a invenção da máquina a vapor, possibilitando a consolidação das sociedades industriais modernas, caracterizadas pela riqueza, pelo consumismo e, ainda, pela expectativa de que os bens materiais e o conforto sempre estariam ao alcance de todos que pudessem pagar por tais benefícios.

A energia é a base de todos os processos da natureza, sendo acumulada nos vegetais, em forma de energia química na presença de luz. A energia também é responsável pela sustentação de diversas atividades humanas: alimentação, aquecimento,

lazer, locomoção, processos industriais, entre outras. Em suas diversas formas, a utilização da energia está intimamente ligada às questões ambientais, dado que são necessários recursos naturais para a sua geração e que provoca impactos ao meio ambiente, como todas as demais atividades humanas.

Observa-se nitidamente uma crescente necessidade de geração de energia, de modo a suprir a grande demanda energética. Em especial, é necessário se preocupar com a questão do gerenciamento ambiental adequado na conservação dos recursos naturais, para que seja garantido fornecimento de energia também para as gerações futuras.

Na verdade, a sociedade humana está ficando sem opção de gerar e de utilizar os recursos energéticos disponíveis, de forma menos agressiva ao meio ambiente, visto que a natureza já vem demonstrando falta de capacidade em absorver os impactos contínuos da queima de combustíveis fósseis e da extração incessante de recursos naturais. Contudo, há indícios de que a humanidade está atravessando um momento de transição nas políticas governamentais e nos métodos de produção, incorporando preocupações ecológicas, mesmo que, ainda em muitos casos, esteja apenas em uma fase reativa, tentando apenas se adequar a normas regulamentadoras ou acordos internacionais. Nesse contexto, muitas nações estão buscando novos padrões energéticos, com o compromisso de aumentar a participação de tecnologias "limpas" de geração de energia e também de aumentar a eficiência energética.

A energia torna-se, portanto, um importante fator no desenvolvimento sustentável. Assim, a preocupação com os impactos ambientais deve fazer parte da política, do planejamento e da execução dos novos programas de planejamentos energéticos.

O petróleo ainda continua sendo o principal combustível mundial, especialmente no setor de transportes. O modelo energético atual, dependente dos combustíveis fósseis, não atende ao objetivo de desenvolvimento sustentável das sociedades humanas, já que tais combustíveis não são renováveis e o seu beneficiamento gera emissões atmosféricas, como o dióxido de carbono (CO₂), principal responsável pelo agravamento do Efeito Estufa, que vem contribuindo para o aquecimento global e para uma série de outras alterações no planeta. Além disso, existem fatores estratégicos e econômicos que devem ser considerados, pois as jazidas de petróleo estão concentradas em poucas regiões do mundo e os preços de tal combustível estão sujeitos a grandes instabilidades, principalmente devido a questões políticas.

Atualmente, diversas nações buscam novas tecnologias para a geração de energia que façam uso mais eficiente dos recursos naturais existentes e que sejam menos agressivas ao meio ambiente.

O Brasil é um líder mundial no uso efetivo de fontes renováveis para a geração de energia e exerce destacada atuação política nos fóruns internacionais relacionados ao tema. A estratégia do governo brasileiro para o setor energético estimulou mudanças significativas na matriz energética do país. Assim,

houve incentivos à introdução do gás natural em larga escala e às pesquisas relacionadas a fontes não convencionais e descentralizadas (solar, eólica, resíduos florestais e agrícolas, óleos vegetais, etc.).

Portanto, nesse momento, são justificáveis quaisquer esforços em ciência, tecnologia, desenvolvimento e engenharia de produtos e processos associados a Fontes Renováveis de Energia que possam apontar para um desenvolvimento sustentável do país. Tais formas de geração de energia, além de serem inesgotáveis e causarem baixos níveis de impactos, estão no limiar de atingirem o estágio comercial, de forma abrangente e acessível a todos os indivíduos. Assim, os países que produzirem mais rapidamente desenvolvimentos nessa área assumirão posição de destaque e terão a chance de conseguir importante retorno econômico e ambiental.

Com isso, este artigo propõe-se a verificar o grau de comprometimento dos indivíduos com as questões ambientais ligadas diretamente ao setor energético, principalmente com a intensificação do uso de fontes renováveis de energia em detrimento dos combustíveis fósseis, por meio da verdadeira disposição a contribuir com uma taxa extra, cobrada mensalmente em suas contas de energia elétrica, de tal forma que possam ser realizadas pesquisas na área de fontes renováveis de energia.

A BUSCA POR UMA NOVA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

A natureza sempre foi vista como uma fonte inesgotável de recursos naturais, capaz de suprir toda a demanda do mundo capitalista, extremamente consumista. Com isso, os problemas ambientais deixaram de ser apenas localizados, tornando-se globalizados, afetando grandes extensões de terra ou o planeta como um todo: aquecimento global, efeito estufa, chuva ácida, destruição da camada de ozônio, poluição do ar e da água, descarte de resíduos perigosos, acúmulo de resíduos sólidos, desmatamentos, escassez de recursos naturais, etc. Devido à gravidade de vários deles, começou a surgir uma preocupação mais criteriosa com o meio ambiente. Dada a importância da questão ecológica para o futuro da humanidade, já foram realizados muitos encontros e debates sobre o tema, sendo os mais importantes, em nível mundial, a Conferência de Estocolmo, em 1972, e a Conferência RIO-92, em 1992.

Atualmente, busca-se uma consciência ecológica coletiva, a qual é apoiada pela informação crescente de que é importante mudar esse contexto de exploração infinita dos recursos naturais. Enfim, não é possível sustentar indefinidamente uma economia de exploração infinita de recursos naturais extraídos do Planeta Terra, bem como não é possível frear a busca pelo desenvolvimento tecnológico, nem impor limites ao crescimento. Contudo, deve-se buscar tal desenvolvimento de forma mais racional e sustentável.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988, capítulo VI, art. 225, incorporou o conceito de Desenvolvimento Sustentável, quando afirma que: *Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.* Assim, assegurando a construção de uma sociedade verdadeiramente sustentável, será possível garantir a sobrevivência da espécie humana no Planeta Terra e qualidade de vida para as gerações futuras.

Com a crescente conscientização de que o impacto ambiental provocado pela humanidade para o desenvolvimento das nações pode se tornar o limite desse mesmo desenvolvimento, além de causar danos custosos a longo prazo, como danos irreversíveis à humanidade e ao mundo, o desenvolvimento sustentável é visto como uma necessidade mundial, uma ferramenta importante para que as gerações futuras tenham condições de sobreviver.

A nova consciência ambiental está começando a ser mais abrangente e profunda. E as pessoas, por estarem bem informadas e também preocupadas com o futuro do Planeta e com a sua própria qualidade de vida, estão mais conscientes e exigentes. Com isso, muitos consumidores (e ambientalistas) já estão preocupados em verificar se as empresas realmente estão incorporando valores ambientais a seus processos de fabricação, bem como aos produtos e embalagens, e se as suas ações não estão condenando a qualidade de vida das gerações futuras.

A idéia de proteger o meio ambiente meramente para se obter ganhos financeiros começa a passar para uma fase mais moderna, mais consciente, ou seja, uma parte das empresas já está agregando também valores ambientais em seu processo produtivo, resultando em um casamento de benefícios de desempenho com benefícios ambientais. Porém, esse quadro ainda é incipiente, porque a resposta da maior

parcela das empresas ainda ocorre no sentido de se ajustarem à legislação ou de atenderem às preocupações do público com o ambiente, sempre com uma visão reativa, e apenas visando ao lucro e ao não pagamento de taxas e multas. Nesse contexto, é essencial alcançar a crença de que, adotando atitudes ambientais preventivas hoje, poderão ser obtidos ótimos resultados no futuro, tanto para as empresas, quanto para os cidadãos, bem como para o meio ambiente.

Portanto, as respostas necessárias ao desenvolvimento sustentável irão depender diretamente do nível e da qualidade da consciência pública, da sua percepção da realidade e dos problemas vividos (ambientais, sociais, econômicos, etc.), e de sua capacidade em se organizar, de modo a impulsionar mudanças no sentido de uma sociedade verdadeiramente sustentável. Isto dependerá também da habilidade dos movimentos sociais em atrair forças, em estabelecer alianças e em liderar um processo que torne a filosofia da sustentabilidade uma alternativa real de desenvolvimento social.

Sustentabilidade ambiental no setor energético

A sociedade deve assumir os princípios da sustentabilidade, permitindo a renovação dos ecossistemas, substituindo materiais e buscando meios mais eficientes de produção limpa e comprometida com as reduções do desperdício e da poluição. Dessa forma, a sociedade sustentável deve estar assentada em comunidades locais fortalecidas e ambientalmente sustentáveis.

O conceito de desenvolvimento sustentável deve ser assimilado também pelas lideranças das empresas como uma nova forma de produzir sem degradar o meio ambiente, estendendo essa cultura a todos os níveis das organizações, para que seja formalizado um processo de identificação do impacto da produção das empresas no meio ambiente que resulte na execução de projetos que aliem produção e preservação ambiental com uso de tecnologia adequada.

O setor energético está intrinsecamente relacionado à busca de sustentabilidade, seja pelo uso de fontes mais limpas e eficientes, seja, ainda, pela disponibilização de serviços energéticos modernos às populações mais carentes, reduzindo, dessa forma, as desigualdades sociais e o nível de pobreza.

No setor energético, a possibilidade de desenvolvimento sustentável também é dinâmica e implica respostas de dimensões social, econômica e ambiental, dado que o setor energético está conectado a todas essas dimensões, gerando algum tipo de impacto, benéfico ou maléfico.

Assim, um projeto de desenvolvimento sustentável do setor energético deve englobar principalmente as seguintes dimensões:

- **Social:** Garantir o atendimento dos níveis básicos de consumo de serviços energéticos a todas as populações, com inclusão social dos mais carentes.
- **Econômica:** Buscar eficiência na produção e no consumo de energia, reduzindo o desperdício.
- **Ambiental:** Explorar racionalmente as fontes energéticas, dando preferência às fontes renováveis e às tecnologias mais limpas, para o caso do uso de combustíveis fósseis.

Em uma política energética baseada no desenvolvimento sustentável, os seguintes aspectos poderiam ser enfatizados:

- Diversificação das fontes de energia;
- Pesquisa e introdução de novas tecnologias;
- Descentralização de produção e de distribuição de energia;
- Uso e desenvolvimento racional de recursos energéticos.

Na verdade, o que é realmente esperado do desenvolvimento energético sustentável é uma maneira de se atender as necessidades de serviços energéticos da sociedade, a preços acessíveis, de modo a não impedir o acesso das populações mais pobres ao serviço, utilizando recursos que resultem em menores impactos ambientais e, concomitantemente, que permitam o desenvolvimento econômico e social das nações, tanto na atualidade, quanto em gerações futuras. Deve-se atentar ainda para o fato de que o consumo de energia tende a crescer cada vez mais, em virtude do aumento populacional e das crescentes exigências tecnológicas.

Os impactos ambientais advindos do setor energético interferem consideravelmente no desenvolvimento sustentável e o conhecimento desses impactos é essencial para a análise de implementação de projetos e planejamentos energéticos.

Todas as etapas da indústria energética provocam, de alguma forma, impacto ao meio ambiente e à saúde humana. A extração de recursos

energéticos (petróleo, carvão, biomassa, hidroeletricidade) tem implicações em mudanças nos padrões de uso do solo e de recursos hídricos, em alteração da cobertura vegetal e na composição atmosférica. Também devem ser mencionados impactos relacionados à poluição sonora, problemas sócio-econômicos (desigualdades sociais) e impactos sobre a flora e a fauna, dentre outros. Conforme Goldemberg (2002), os principais impactos ambientais provocados pelo setor energético são apresentados no Quadro 1.

Abrangência	IMPACTO AMBIENTAL	PRINCIPAL CAUSA
LOCAL	Poluição Urbana do Ar	Uso de combustíveis fósseis no setor de transportes.
	Poluição do Ar em Ambientes Fechados	Uso de combustíveis sólidos (biomassa e carvão) para aquecimento e cocção.
REGIONAL	Chuva Ácida	Emissões de enxofre e de nitrogênio, matéria particulada e ozônio na queima de combustíveis fósseis, principalmente no setor de transportes.
GLOBAL	Efeito Estufa	Emissões de CO ₂ na queima de combustíveis fósseis.
	Desmatamento	Produção de lenha e de carvão vegetal e expansão da fronteira agrícola.
	Degradação Costeira e Marinha	Transporte de combustíveis fósseis (derramamentos).

Quadro 1
Principais impactos ambientais gerados pelo setor energético
Fonte: Elaborado a partir de Goldemberg (2002)

Apesar de não estarem totalmente isentas de provocarem alterações no meio ambiente, dado que todas as atividades humanas, em maior ou em menor escala, assim o fazem, as Fontes Renováveis de Energia (biomassa plantada, hidroeletricidade, energia solar e eólica) aparecem como as melhores opções para um desenvolvimento sustentável das civilizações humanas. A utilização de recursos energéticos renováveis constitui uma das ações prioritárias na tentativa de reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), que são os grandes responsáveis pelo aquecimento global do planeta. Além disso, essas fontes de energia contribuem significativamente para a redução de impactos sócio-ambientais negativos associados à poluição (ar, solo e recursos hídricos), quando em comparação com o uso de combustíveis fósseis.

Na Tabela 1, são apresentados os níveis de emissão de CO₂ de diferentes tecnologias de geração de energia elétrica. Pelos dados apresentados na tabela, é possível perceber que a queima de combustíveis fósseis (carvão, óleo combustível, gás natural) é a maior responsável pela emissão de CO₂, principal contribuinte para o aumento do Efeito Estufa. Nesse contexto, as Fontes Renováveis de Energia (Solar, Eólica, Pequenas Hidrelétricas, etc.) podem ser

consideradas tecnologias "limpas", devido a seus reduzidos (ou nulos) níveis de emissão de gases poluentes.

TECNOLOGIAS	Emissões de CO ₂ nos Estágios de Produção de Energia (ton/GWh)			
	Extração	Construção	Operação	TOTAL
Queima de Carvão	1	1	962	964
Queima de Óleo Combustível	-	-	726	726
Queima de Gás Natural	-	-	484	484
Energia Térmica dos Oceanos	NA	4	300	304
Plantas Geotérmicas	< 1	1	56	57
Pequenas Hidrelétricas	NA	10	NA	10
Reatores Nucleares	~ 2	1	5	8
Energia Eólica	NA	7	NA	7
Solar Fotovoltaico	NA	5	NA	5
Grandes Hidrelétricas	NA	4	NA	4
Solar Térmico	NA	3	NA	3

Tabela 1
Emissão de CO₂ de diferentes tecnologias de geração de energia.
Fonte: Tolmasquim (2003)
Nota: NA = Não apresenta emissões de CO₂

Além de minimizar grandes problemas ambientais, como a Chuva Ácida e o Efeito Estufa, as Fontes Renováveis de Energia ajudam a combater a pobreza e contribuem para a inclusão social, pois levam a energia até comunidades isoladas, que até então não podiam usufruir dos benefícios do sistema energético convencional.

Embora praticamente todos os tipos de geração de energia de alguma forma tragam impactos negativos ao meio ambiente, a energia precisa continuar sendo gerada para poder atender ao crescimento da população e às suas necessidades de desenvolvimento e de sobrevivência. Então, o que precisa ser feito é conscientizar as populações da necessidade em se utilizar fontes renováveis de energia, com menor potencial impactante para o meio ambiente. Também é necessária uma mudança cultural da forma de utilização da energia para o atendimento de suas necessidades, procurando utilizá-la responsável e racionalmente, evitando desperdício de recursos naturais.

VALORANDO O COMPROMETIMENTO COM AS QUESTÕES AMBIENTAIS: O MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE

O meio ambiente apresenta um valor econômico positivo, embora não seja refletido pelo funcionamento do mercado. Portanto, não se pode

atribuir valor zero aos bens ambientais, pois se corre o risco de um uso abusivo, não racional e, em alguns casos, pode-se chegar até mesmo à completa degradação desse bem.

O fato é que o meio ambiente e o sistema econômico interagem através dos impactos que o sistema econômico provoca no meio ambiente, bem como através do impacto que os recursos naturais causam na economia. Dessa forma, todos os impactos e interações devem ser valorados, subsidiando uma utilização sustentável dos recursos.

O valor relativo dos diversos bens pode ser simplesmente "encontrado" pela observação dos seus preços no mercado. Contudo, nem todos os bens possuem um mercado definido. Para alguns bens, não existe o mercado, ou este opera de forma falha. É o caso dos bens ambientais. Em geral, esses bens têm muitos "proprietários" ou "consumidores", que podem consumi-los sem que o seu valor seja alterado para os outros usuários. Dentre inúmeros exemplos, temos o ar que respiramos, o patrimônio genético, etc.

Devido ao crescente avanço da destruição do ambiente natural pelas exigências contínuas de nosso desenvolvimento econômico, pesquisadores estão em busca de métodos eficientes para a determinação do valor de existência (ou não-uso) dos bens naturais, ou seja, o valor que está dissociado do uso (embora represente o consumo ambiental) e deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não-humanas ou de preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem um uso atual ou futuro para o indivíduo (Tolmasquim, 2000).

A estimativa do valor de existência é uma ferramenta importante para fundamentar decisões no campo de políticas públicas. Essa ferramenta pode ser usada como subsídio valioso, por exemplo, nas seguintes situações:

- avaliação de programas ambientais;
- tomada de decisão sobre a alocação de recursos;
- escolha da melhor forma de utilização de bens ambientais;
- busca pelo desenvolvimento sustentável.

O Método de Valoração Contingente possui o potencial de captar o valor de existência de um recurso e o objetivo de estimar o valor monetário de bens e serviços ambientais, através das preferências reveladas por consumidores potenciais desse recurso (Tolmasquim, 2000). Assim, procura-se medir o impacto no nível de bem-estar dos indivíduos decorrente de uma variação quantitativa ou qualitativa dos bens ambientais.

Sem a inclusão de considerações sobre o valor de existência, bens públicos puros (tais como: qualidade do ar, defesa nacional e áreas protegidas) terão praticamente nenhuma medida de valor econômico. E assim sendo, corre-se um grande risco de má utilização, muitas vezes chegando ao extremo de completa deterioração ou degradação desse bem. Por isto, é necessária a atribuição de um valor monetário para o bem público, de modo a valorar sua existência, visando à utilização sustentável.

De modo a captar o valor econômico do bem, o Método de Valoração Contingente cria um mercado hipotético para bens ambientais, que é descrito em um questionário elaborado para tal finalidade. O entrevistador pergunta diretamente aos indivíduos o quanto eles estariam dispostos a pagar pelo uso ou pela preservação de um bem ambiental, ou quanto estariam dispostos a aceitar em compensação para suportar uma perda de bem-estar. Em outros casos, o entrevistado manifesta-se, informando quanto ele estaria disposto a aceitar para desistir de algum serviço ambiental.

A aplicação do Método de Valoração Contingente

Este método funciona como um detector da disposição das pessoas em contribuir para a solução dos problemas causados pela ação antrópica, de acordo com os seguintes fatores:

- Disponibilidade financeira;
- Ideologia;
- Credo;
- Comprometimento com questões sociais e ambientais;
- Conhecimento a respeito do bem a ser valorado;
- Outras variáveis simbólicas ou culturais.

Acredita-se que, com a utilização desse método, os consumidores irão revelar sua real "Disposição a Pagar" por bens, mesmo que em um Mercado hipotético. A grande crítica ao Método de Valoração Contingente, entretanto, é a sua limitação em captar valores ambientais que indivíduos não entendem, ou mesmo desconhecem (Motta, 1998).

Contudo, se os entrevistados entendem, de forma clara, a variação ambiental que está sendo apresentada no questionário e são induzidos a revelar sua verdadeira "Disposição a Pagar" para ter um benefício ambiental (ou, se for o caso, a real "Disposição a Aceitar" por ficar sem esse benefício), o Método de Valoração Contingente é considerado ideal.

A aplicação do Método de Valoração Contingente requer procedimentos muito rigorosos na formulação das pesquisas para produzir resultados confiáveis. (Figura 1)

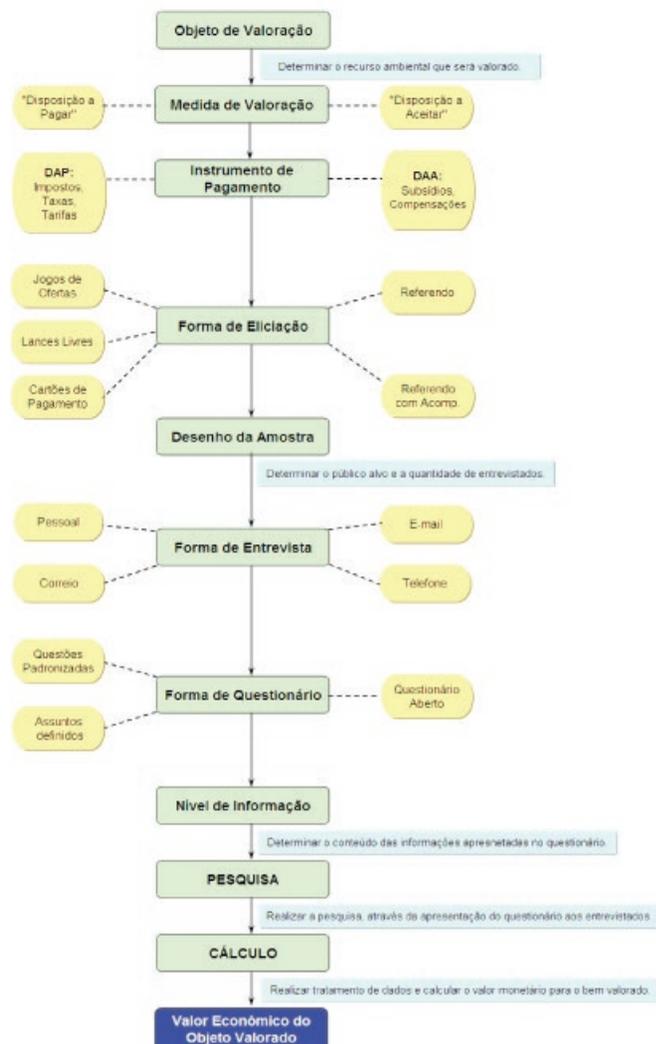


Figura 1
Fluxograma do Método de Valoração Contingente
Fonte: Elaborado a partir de Tolmasquim (2000) e Motta (1998)

A seguir são apresentadas as principais características e dificuldades inerentes à utilização deste método de valoração econômica.

Como medida de valoração foi escolhida a *Disposição a Pagar (DAP)*, por se aproximar mais da experiência de mercado vivenciada normalmente pelas pessoas. Uma taxa mensal cobrada na conta de energia elétrica foi selecionada como *Instrumento de Pagamento*, dado que, dessa forma, os indivíduos teriam necessariamente a obrigatoriedade de efetuar o pagamento ao longo dos meses, não podendo deixar de contribuir.

Quanto à *Forma de Eliciação do Valor*, foi escolhida a Forma Aberta (ou Lances Livres), podendo o entrevistado, deste modo, manifestar a sua disposição a pagar, informando qualquer valor que assim desejasse, inclusive apontando o valor nulo.

Para determinar o público-alvo da pesquisa, ou seja, o *Desenho da Amostra*, direcionou-se a pesquisa para indivíduos que acessam a Internet (a rede mundial de computadores). Tais indivíduos, conseqüentemente, além de serem grandes consumidores de energia em suas atividades diárias, teriam ainda um conhecimento mínimo que lhes permitisse opinar sobre as questões levantadas no questionário. Além disso, os entrevistados teriam um bom poder aquisitivo, de modo que este quesito não os impossibilitaria de contribuir com um valor mensal para que os objetivos explicitados no questionário fossem alcançados. É importante ressaltar que esta pesquisa não tinha objetivo primordial de obter valores muito precisos, mas sim apenas ter uma noção sobre o comportamento dos indivíduos e também sobre o nível de conhecimento dos mesmos em relação às questões ambientais, particularmente em relação àquelas questões ligadas ao setor energético. Assim, inicialmente, determinou-se que seria tolerado um erro amostral de 10% ($E_0 = 0,10$), o que, segundo procedimentos estatísticos para o cálculo do tamanho da amostra para uma população infinita, correspondia a uma população de, no mínimo, 100 indivíduos. Dessa forma, os dados coletados poderiam apresentar uma boa representatividade.

Como *Forma de Entrevista*, foi escolhida a utilização intensiva do correio eletrônico, sendo que boa parte dos entrevistados foi selecionada em salas de bate-papo e em comunidades virtuais. Esta forma de aplicação do questionário foi escolhida em virtude dos baixos custos de aplicação e também devido à rapidez, à praticidade e à abrangência, podendo, de forma simples, atingir indivíduos de todas as regiões do país.

Quanto à *Forma do Questionário*, foi utilizado um questionário com questões que possuem uma seqüência predeterminada e padrão para todos os entrevistados.

Em relação ao *Nível de Informação* prestado aos entrevistados no próprio questionário, após as questões que testam o conhecimento dos indivíduos em relação aos assuntos abordados, optou-se por incluir um texto explicativo, abordando os principais impactos negativos causados pelo setor energético, além de ressaltar as vantagens de utilização de fontes de energia renováveis e da atual necessidade de investimentos em pesquisas e desenvolvimentos nessa área, de modo que, em um futuro próximo, tais fontes energéticas possam atingir competitividade mercadológica. Após receber tais informações, o entrevistado era, então, questionado quanto à sua real Disposição a Pagar

(DAP), contribuindo, desta forma, para uma maior qualidade de vida da população, inclusive de gerações futuras.

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE VALORAÇÃO

São apresentados os resultados da pesquisa realizada neste artigo, cujo maior objetivo foi verificar o nível de comprometimento dos entrevistados com as questões ambientais ligadas diretamente ao setor energético.

Durante o mês de junho de 2006, fase em que o questionário foi apresentado aos entrevistados (usuários da *Internet*), foram recebidos 152 questionários devidamente preenchidos.

Em relação ao perfil sócio-econômico dos entrevistados, verificou-se que ambos os sexos contribuíram para a evolução da pesquisa, com uma pequena predominância de entrevistados do sexo feminino (58%). Quanto à idade da população amostrada, a maior parte dos entrevistados apresentou idade entre 31 e 40 anos (37%), tendo também uma grande quantidade de entrevistados na faixa de 26 a 30 anos (29%). Verificou-se, também, um alto grau de instrução dos entrevistados, sendo 58% deles com Curso Superior, 37% com Pós-Graduação e 5% com apenas o Ensino Médio Completo.

Em relação à renda mensal familiar, observou-se que se trata de indivíduos de bom poder aquisitivo, sendo que a maior parte deles possui renda familiar mensal superior a 10 salários mínimos (39%) e ainda grande parte possui renda entre 7 a 10 salários mínimos (32%).

O Gráfico 1 aponta as principais razões a justificarem a importância das questões ambientais: *para garantir a sobrevivência do ser humano* (34%) e *para garantir a preservação das espécies* (26%).

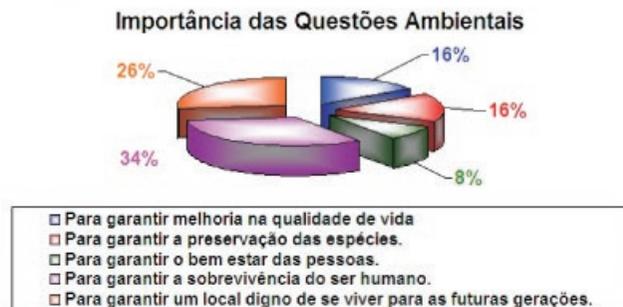


Gráfico 1

Importância das questões ambientais para os entrevistados

Fonte: Hoffmann (2007)

Quanto ao nível de envolvimento dos entrevistados com questões ambientais corriqueiras, foi constatado que apenas um indivíduo (1%) participa de alguma Organização Não-Governamental (no caso, o entrevistado participa da ONG Patrulha Ecológica – Brasília-DF). Foi constatado, ainda, que 39% dos indivíduos fazem a coleta seletiva de lixo doméstico, enquanto 61% não fazem a separação adequada do lixo. As principais razões apontadas pelos entrevistados para não se efetuar uma coleta seletiva de lixo foram: *Não há um programa de Coleta Seletiva em sua cidade ou região* (73%) e *Não tem espaço em sua residência para organizar uma Coleta Seletiva* (18%). Imagina-se, portanto, que, apesar de conhecer e de acreditar na importância da Coleta Seletiva de Lixo, muitos indivíduos NÃO fazem a coleta diferenciada apenas por falta de estrutura, seja da comunidade, seja da própria residência.

Foi testado o nível de conhecimento dos entrevistados em relação a temas diversos relacionados ao meio ambiente. Verificou-se que os temas mais conhecidos pelos entrevistados são: *Redução da Camada de Ozônio* e *Desenvolvimento Sustentável*, principalmente pelo fato de serem assuntos amplamente abordados no cenário mundial nos últimos anos. Muitos cidadãos, mesmo não conhecendo mais profundamente o tema, têm consciência (ou, ao menos, já ouviram falar) da necessidade de se eliminar o uso dos CFC's (Clorofluorcarbonos) das atividades humanas, para evitar o avanço no buraco da camada de ozônio, a qual é responsável por proteger os seres vivos do efeito nocivo dos raios ultravioletas do Sol.

Por outro lado, muitos entrevistados denotaram total desconhecimento a respeito dos seguintes temas: *Estoque de Carbono* (55%), *Protocolo de Kyoto* (24%), *Redução da Biodiversidade* (11%) e *ECO-92* (5%). De fato, tais assuntos são mais específicos e, normalmente, são discutidos apenas por pessoas que atuam em áreas específicas.

Também foi unânime a opinião dos entrevistados em relação à importância da energia para a humanidade, dado que 100 % dos entrevistados consideraram a energia um fator importante na civilização atual. Em contrapartida, a maioria dos entrevistados (97%) tem consciência de que o setor energético gera impactos negativos, causando danos ao meio ambiente e ao bem-estar das pessoas.

Em relação aos principais impactos negativos causados pelo setor energético, pode-se perceber que

os fenômenos mais conhecidos da população são: *Poluição Atmosférica* e *Efeito Estufa*. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que, atualmente, em virtude do agravamento do Efeito Estufa e conseqüente Aquecimento Global, toda a mídia (televisão, jornais, revistas, Internet, etc.) tem debatido bastante sobre o tema, constituindo uma fonte inesgotável de informação para a população em geral. No caso da *Poluição Atmosférica*, esta é facilmente percebida (e sentida), na prática, por todos os indivíduos, principalmente por aqueles que residem em grandes centros urbanos. Já a *Escassez de Recursos Naturais* e, principalmente, a *Chuva Ácida* são temas discutidos (e conhecidos) em âmbitos mais restritos, sendo abordados mais especificamente em fóruns especializados; tais fenômenos não costumam ser abordados em debates corriqueiros do cidadão comum.

Segundo a opinião dos entrevistados, as formas de controle de impactos ambientais apontadas com maior frequência foram: *Utilizar fontes energéticas menos impactantes ao meio ambiente e à saúde da população* (54%) e *Aumentar a eficiência dos processos de geração e de utilização de energia* (17%).

O resultado da pesquisa demonstra que os cidadãos também percebem a importância de se obter energia de forma ambientalmente correta e apontam a utilização de fontes energéticas menos impactantes ao meio ambiente como principal solução. E, sem dúvida, a utilização de Fontes de Energia Renováveis, principalmente em substituição aos combustíveis fósseis, é uma direção viável e vantajosa, pois, além de serem praticamente inesgotáveis, essas fontes energéticas podem apresentar impacto ambiental muito baixo (ou quase nulo), sem afetar o balanço térmico ou a composição atmosférica do planeta. Além disso, graças aos diversos tipos de manifestação, disponibilidade de larga abrangência geográfica e variadas possibilidades de conversão, as Fontes de Energia Renováveis são apropriadas para geração distribuída ou autônoma.

O Gráfico 2 indica que 42% dos entrevistados estão dispostos a contribuir com uma taxa extra, cobrada mensalmente em suas contas de energia elétrica, de tal forma que possam ser realizadas pesquisas na área de Fontes de Energia Alternativas. Através de lances livres, os entrevistados manifestaram "Disposição a Pagar", sendo que os valores variaram entre R\$1,00 e R\$20,00. Porém, os valores mais citados pelos entrevistados foram: R\$5,00 (33%) e R\$10,00 (30%), conforme mostra o Gráfico 3. Pelos dados coletados na pesquisa, encontrou-se um valor médio de R\$7,86.

Disposição a Pagar?

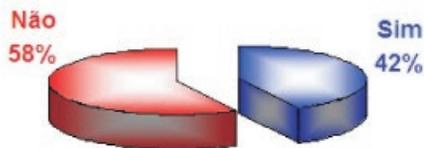


Gráfico 2
Disposição a pagar revelada pelos entrevistados
Fonte: Hoffmann (2007)

Disposição a Pagar dos Entrevistados

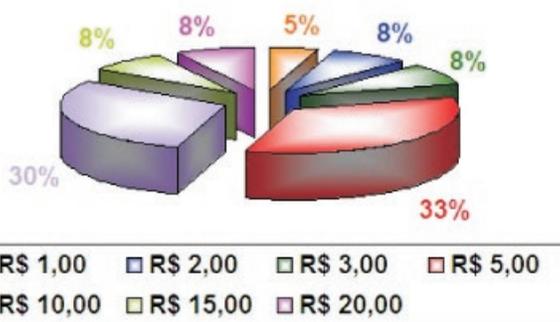


Gráfico 3
Valores da disposição a pagar dos entrevistados
Fonte: Hoffmann (2007)

Sem dúvida, os resultados desta pesquisa foram afetados pelo "Viés da Obediência ou Caridade", dado que muitos entrevistados apontaram valores a serem pagos mensalmente, embora não o fizessem caso a situação fosse real. Em geral, os entrevistados tendem a manifestar a intenção em pagar por algo que consideram justo ou correto, porém eles não têm a real "Disposição a Pagar" por algo que lhes seja cobrado de fato. Isto ocorre porque as pessoas normalmente se sentem constrangidas ao se manifestarem negativamente frente a uma ação considerada socialmente correta.

Do total de entrevistados que não aceitaram contribuir com a taxa mensal extra, 49% afirmaram: *Não acredito que os recursos serão bem utilizados.* Outros 38% justificaram a sua discordância em pagar a taxa, afirmando: *Não concordo com o instrumento de pagamento (via taxa cobrada na conta de energia elétrica).*

Esses resultados mostram claramente a decepção dos cidadãos frente à má utilização de recursos no Brasil. Mesmo tendo consciência dos problemas ecológicos que a humanidade vem enfrentando e, conseqüentemente, estando dispostos a contribuir monetariamente, os indivíduos não encontram confiança no instrumento de pagamento sugerido e ainda lançam dúvidas quanto à correta utilização dos recursos arrecadados.

Em suma, é importante lembrar que o objetivo principal deste estudo não se concentrava em encontrar valores confiáveis para a real "Disposição a Pagar", mas sim em mostrar o grau de envolvimento dos cidadãos com as questões ambientais, principalmente aquelas diretamente ligadas ao setor energético, fazendo uso do Método de Valoração Contingente.

Segundo Santana e Mota (2004), os estudos de valoração de recursos naturais, cada vez mais, têm sido utilizados para eliciar valores diversos, tanto de uso como de não uso; porém, a inclusão destes parâmetros nas principais agendas de políticas públicas ainda é muito modesta.

CONCLUSÃO

Energia, desenvolvimento e meio ambiente são setores intimamente ligados. Qualquer empreendimento energético, de qualquer porte ou natureza, em maior ou em menor grau, causa alguma interferência no meio ambiente. Assim, cada forma de obtenção de energia, renovável ou não, possui pontos positivos e pontos negativos, sendo necessário conhecê-los e quantificá-los adequadamente para que possa ser feito um planejamento energético estratégico e condizente com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Conforme foi apresentado ao longo deste artigo, o uso inadequado dos recursos energéticos em nome do desenvolvimento e do crescimento econômico culminou em grandes impactos sobre o meio ambiente e sobre a sociedade, através da poluição (solo, ar e água), da redução das reservas de recursos naturais (especialmente as reservas de combustíveis fósseis) e de agravamento de problemas sociais (desigualdades sociais) e políticos (conflitos políticos pela posse e utilização de recursos naturais).

Apesar de as fontes renováveis de energia se mostrarem mais adequadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável, tais fontes respondem ainda por uma pequena parcela da matriz energética

mundial. Este fato pode ser explicado pela existência de uma barreira econômica (e certamente política também) à introdução maciça de fontes renováveis, dado que a maioria dos combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural, etc.) é vendida a preços muito mais baixos no mercado, quando comparados aos preços das energias advindas de tecnologias consideradas "limpas". A humanidade, sempre capitalista e altamente consumista, prioriza os aspectos econômicos em detrimento dos ambientais.

É preciso promover, através de políticas e de instrumentos econômicos adequados, o desenvolvimento e a implementação dessas tecnologias, ambientalmente benéficas e aceitáveis pelo mercado consumidor, a custos competitivos. As políticas públicas devem incentivar projetos de pesquisa e desenvolvimento relacionados à energia, promovendo também a cooperação com companhias privadas.

Portanto, atingir um nível aceitável de sustentabilidade no setor energético, em nível global, exigirá foco governamental e cooperação internacional no sentido de identificar prioridades estratégicas nas políticas de energia e na implementação sustentada de tais políticas, ações e investimentos. É imprescindível o envolvimento do grande público e das lideranças para que se estabeleçam e se atinjam os objetivos desejados.

Conforme demonstrado pelos resultados da pesquisa efetuada, o cidadão comum ainda é muito mal

informado a respeito de questões relacionadas ao setor energético, desconhecendo totalmente ou tendo apenas poucos conhecimentos sobre tecnologias de geração de energia e sobre os impactos gerados por esse setor. Por isso, torna-se importante a implementação de programas de educação e de conscientização para aumentar o nível de compreensão do público sobre os desafios energéticos, além de prover capacitação e competência na engenharia relacionada.

Concluindo, há uma necessidade urgente de mudanças conceituais e metodológicas no planejamento dos sistemas de energia elétrica e de integrá-lo a outros vetores de infra-estrutura (transportes, água, saneamento, telecomunicações, etc.) para que se atinja o desenvolvimento sustentável. Essas ações incluem a participação de agências reguladoras, de comissões de serviços públicos, de instituições governamentais (municipais, estaduais e federais), de instituições de pesquisa, de agências de fomento à pesquisa, de ONGs e da sociedade civil.

Sem dúvida, a conscientização ambiental passa por um processo de transformação social. Mudar atitudes, enfoques, posicionamentos, maneiras de pensar e de agir. Repensar e orientar posturas e propostas em busca de melhorias. Interiorizar a variável ambiental e, a partir daí, conscientizar, através do diálogo e da argumentação fundamentada, de modo a alcançar um posicionamento consensual.

Referências bibliográficas

- BRASIL (1991). *Constituição Federal (1988). Capítulo VI. Artigo 225.* Coleção de Leis da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, v.183, maio/jun.
- GOLDEMBERG, José (2002). *Energia: Novos Cenários. Universalização do Acesso, Uso Racional e Fontes Alternativas para o Futuro.* Cadernos da Fundação Luís Eduardo Magalhães III. Salvador, pp. 136-144. Disponível em: <<http://www.flem.org.br/cadernosflem/Artigos/Cadernos3/CadernosFLEM3PainelDebatesEnergiaRenovavel.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2006.
- HOFFMANN, Carla. **A importância das fontes renováveis para alcançar o desenvolvimento sustentável no setor energético.** Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Candido Mendes. Brasília, 2007.
- MOTTA, Ronaldo Serôa. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1998.
- SANTANA, Ricardo Félix; MOTA, José Aroudo. **Economia e valor de existência:** O caso do Parque Nacional do Jaú (Amazonas). Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n. 1008, 7 fev. 2004.
- TOLMASQUIM, Maurício Tiomno (Org.). **Fontes renováveis de energia no Brasil.** CENERGIA. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2003.
- TOLMASQUIM, Maurício Tiomno (Org.). **Metodologia de valoração de danos ambientais causados pelo setor elétrico.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE/PPE, 2000.

Dados dos autores

Aline Guimarães Monteiro (amonteiro@cefet-rj.br) é engenheira química pela UFRJ e mestre e doutora em Planejamento e Gestão Ambiental pela COPPE/UFRJ. Atualmente, é professora Adjunta do Departamento de Ensino Superior do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ.

Carla Hoffmann (carla.hoffmann@gmail.com) é engenheira química pela UFMG e especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Cândido Mendes (Brasília). Atualmente, é supervisora do Laboratório Químico da Cia. Industrial Fluminense, localizado em São João del Rei (MG).

José Aires Trigo (aj.trigo@superig.com.br) é economista pela UERJ e mestre em educação pela UFRJ. Atualmente, é professor dos cursos de Administração das Faculdades Integradas de Jacarepaguá (FIJ) e da Faculdade CCAA, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

Trabalhando com a Tecnologia da Informação e Comunicação: A Contextualização através do Currículo Escolar

Shirlei Campos Victorino

*Pedimos com insistência
Não digam nunca "Isso é natural".
Sob o familiar, descubram o insólito.
Sob o cotidiano, desvelem o inexplicável.
Que tudo o que é considerado habitual
provoque inquietação.
Na regra, descubram o abuso.
E sempre que o abuso for encontrado
encontrem o remédio.*

Bertold Brecht

RESUMO: A proposta deste artigo é discutir/analisar a relação dialógica/ideológica veiculada pela TIC, no intuito de contribuir à formação do leitor crítico, partindo da contextualização em sala de aula e a articulação com outras áreas do saber.
Palavras-chave: Tecnologia; Currículo; Negociações de sentido; Educação.

ABSTRACT: The article approaches the aspects related to the energy section, evidencing its importance in modern life and showing some related negative effects. To minimize such impacts, it is suggested that increasing the use of renewable energy sources, at the
Keywords: Technology; Curriculum; Negotiation of meanings; Education.

Quando se trata de discutir/elaborar atividades pedagógicas/curriculares, tendo como suporte a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), um conjunto relevante de dados e reflexões sobre a apropriação dessa ferramenta são trazidos à tona:

- 1 - Qual a sua apropriação educacional?
- 2 - O que será feito a partir desta tecnologia?
- 3 - Como situá-la no conjunto das atividades práticas/curriculares?

Buscando contribuir para uma aprendizagem global, significativa, a partir dos recursos tecnológicos, começamos por nortear uma prática educacional que complementa e se amplia por meio da formação cultural.

Os programas educativos e as demais práticas sociais (programas televisivos, *reality show*,

etc.) não estão isentos de proposições ideológicas, o que chamamos de *programas didaticamente higienizados*; por isso é função da Escola discutir os valores da sociedade na qual estamos inseridos, promovendo o distanciamento necessário à crítica.

Na TIC, coexistem as diferentes práticas (palavras, sons, imagens, movimento), cabendo ao professor intermediar essa relação – a partir de sua atuação crítico-pedagógica – observando a articulação das linguagens e os sentidos que se produzem a partir desta relação. Na condição de interprete autorizado, o educador dialoga sobre o *desvelamento do sentido real*, destacando o sujeito que fala, de onde fala e por que fala daí.

A Comissão sobre Tecnologia Educacional declara, segundo De Pablos Pons:

É uma maneira sistemática de elaborar, levar a cabo e avaliar todo o processo de aprendizagem em termos de objetivos específicos, baseados na investigação da aprendizagem e da comunicação humana, empregando uma combinação de recursos humanos e materiais para conseguir uma aprendizagem mais efetiva. (Sancho, 1994, p.42)

A nova LDB, os Parâmetros Curriculares e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio, e também o desenvolvimento de projetos pedagógicos interdisciplinares, permitiram uma flexibilização do tempo e das propostas pedagógicas das unidades escolares.

Nesse sentido, a formação do educando passa a abarcar a construção de conceitos, valores e atitudes o que, conseqüentemente, garante uma maior eficácia quanto ao objetivo real que se quer atingir após uma etapa de escolarização: o desenvolvimento de competências e habilidades para atuar como cidadão plenamente consciente de seus direitos e deveres, isto é, como peça primordial nessa máquina industrial. Se somos nós quem afirmamos, Laura Liguori não nos deixa mentir:

O desenvolvimento das novas tecnologias da informação e da comunicação constitui um dos fatores-chave para compreender e explicar as transformações econômicas, sociais, políticas e culturais das duas últimas décadas. O papel que desempenham estas inovações tecnológicas na busca e na direção das mudanças sociais e culturais continua sendo, no entanto, matéria de controvérsia. (Liguori, 1997, p.78)

A melhoria da qualidade dos processos de ensino-aprendizagem dá-se através das práticas pedagógicas que esmiúçam as condições político-sociais veiculadas pela TIC. Essa apropriação educacional exige a mudança do modelo de comunicação que vem sustentando as práticas escolares (Martín-Barbero, 2000, p.51-61), pondo em xeque os sentidos supostamente únicos, verdadeiros, hierarquicamente constituídos como verdades universais.

Os sujeitos fazem leituras diferentes, de lugares e posições diferentes. Para dar conta destas diferenças, em lugar de tentar achá-las, são necessários materiais não circunscritos a situações previsíveis, que possam sustentar novos modos de interação humana na sala de aula, para que a escola faça mais sentido. (Barreto, 2001, p.52)

Logo, apropriação da TIC em sala de aula deve começar na apresentação de uma proposta de trabalho que parta desses mecanismos, articulando-os a um planejamento de atividades na escola, pois as transformações no mundo do trabalho, decorrentes do fenômeno da globalização, passaram a exigir das unidades de ensino o desenvolvimento de novas competências e habilidades, tendo em vista a preparação do educando para a vida cidadã.

No entanto, reiteramos, é preciso que a escola não promova uma substituição sem critério, validando binarismos como o uso do livro didático *versus* tv, quadro de giz *versus* tv, caindo, portanto, em uma modernização conservadora que, longe de atrair o educando, levando-o a refletir a partir das tecnologias usadas, reforça o *status quo* da dominação e manutenção dos mesmos valores. Joan Ferrés traça, com bastante clareza e exatidão metodológica, considerações argutas ao aclarar-nos a diferença de uma "pedagogia dos meios e pedagogia com os meios". Diz a autora:

No caso da pedagogia dos meios, trata-se de fazer uma abordagem do audiovisual como matéria de estudo. No caso da pedagogia com a imagem, trata-se de usar o audiovisual como um recurso ou uma técnica para o ensino. Em conclusão, a pedagogia dos meios terá como objetivo oferecer pautas para uma análise crítica dos meios de comunicação de massas audiovisuais: a televisão, o cinema o rádio, a publicidade... A pedagogia com os meios terá como objetivo incorporar de maneira adequada todos aqueles meios, técnicas e recursos que sirvam para potencializar a aprendizagem, entre eles, os próprios meios de massas audiovisuais. (Ferres, 1998, p.132-3)

Esse ponto conduz ao que é central, em nossa preocupação, neste artigo. A apropriação da TIC, em sala de aula, fomenta dicotomias que devem ser esgarçadas pelos educadores como interatividade/atratividade, interações reais/simulações correntes, exclusão/estereótipos e a questão do fetiche, uma vez que os recortes pedagógicos não estão isentos de proposições ideológicas, cabendo-nos um olhar atento aos sentidos desdobrados – enviesados – a partir da imagem que se representa através do dito e do não dito.

Importante, nesse sentido, é discutir/analisar a relação dialógica/ideológica veiculada pela TIC, no intuito de contribuir à formação do leitor crítico, chamando a atenção a outros códigos que não o lingüístico (fotografias, gráficos, cores, arquitetura

textual, história em quadrinhos, etc.), propondo atividades práticas a partir do currículo escolar, que é *um lugar de circulação de narrativas, mas, sobretudo, é um lugar de subjetivação, da socialização dirigida, controlada. É em grande parte à escola que tem sido atribuída a competência para concretizar um projeto de indivíduo para um projeto de sociedade.* (Costa, 2005, p.51)

Também outros pontos fundamentais devem nortear o trabalho docente como o desenvolvimento da leitura como prática fundamental na formação da cidadania; a análise do papel da mídia na criação da imagem, tendo em vista a adequação dos valores impostos por ela; a utilização das várias linguagens, em sala de aula, tendo em vista a construção de uma educação sócio-interacionista, no intuito de contribuir para uma aprendizagem global, significativa, a partir dos recursos tecnológicos, norteados por uma prática educacional que se completa e amplia por meio da formação cultural.

Santomé (1998, p.183-4) apresenta-nos recursos didáticos alternativos ao livro-texto, tendo em vista a inter-relação entre a globalização e a interdisciplinaridade. Para encarar esse desafio, as políticas educacionais devem incentivar a produção de materiais que contribuam para atingir um dos fins fundamentais da educação: *preparar cidadãos e cidadãs solidários, responsáveis e democráticos com capacidade de compreender, intervir e transformar a realidade.* (Idem)

Corroborando com essa afirmativa, declara Perrenoud:

Formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e a análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação (Perrenoud, 2000, p.128).

É nesse terreno extremamente rarefeito que se movem as artimanhas discursivas do uso da TIC, pois ao mesmo tempo em que o fomento das tecnologias oferece novos campos de desenvolvimento das competências/habilidades de que falamos acima, também instituem profundas desigualdades no âmbito das relações sociais, da informação e do mundo, supostamente globalizado. Fator que precisa ser problematizado se discutimos a diversidade cultural,

que segundo alguns, é uma realidade pós-moderna e pós-colonial, pedindo licença ao leitor pela digressão enunciativa que, no momento, não cabe nestas breves considerações.

No que se refere aos processos de avaliação, o educador deve estar ciente de que o desenvolvimento de projetos de trabalho, tendo em vista a inserção da TIC no cotidiano escolar, deve abrir uma nova perspectiva na aferição do rendimento do educando, a fim de fugir do aspecto classificatório que traz uma visão mecanicista da educação.

Assim, a partir das considerações de Luckesi (2002, p.95-6), a avaliação deve ser diagnóstica, cujo ponto crucial é partir do contexto e dos sujeitos que dela participam, tendo em vista as seguintes ações formativas:

- Coletar, analisar e sintetizar, objetivamente, as manifestações de conduta cognitivas, afetivas, psicomotoras – do educando;
- Atribuir uma qualidade a essa configuração da aprendizagem a partir do nível de expectativa preestabelecida e admitida como válida pelo educador especialista;
- Decidir sobre as condutas docentes e discentes no que se refere a:
 - a) reorientação imediata da aprendizagem;
 - b) encaminhamento para passos subsequentes da aprendizagem.
- Trabalhar com o conceito "minimamente satisfatório" que pode ser expresso por um grau específico, por exemplo, 7 (sete)¹:
 - a) Em todos os conteúdos o educando deve obter 7 (mínimo), sendo necessário o estabelecimento de quais conteúdos e aprendizagens serão contempladas;
 - b) Abaixo desse nível, o educando deve ser reorientado;
 - c) Acima desse nível mínimo, o educando receberia notas superiores a 7.

Se muitos educadores, no processo de avaliação, entram na dualidade do *ou isto ou aquilo*, sendo eles próprios cercados pelo mundo mágico e fascinante da TIC, mais uma vez recorremos a Luckesi, que caracteriza a avaliação como forma de ajuizamento da qualidade do objeto avaliado, implicando uma *tomada de posição*² e respeito do mesmo, para aceitá-lo ou transformá-lo. (Idem, p.33)

Isto porque ninguém é mero espectador. Assumimos uma posição e fazemos opção conforme nossos desejos e aspirações. Vygotsky já apontara que o

desenvolvimento humano passa pela capacidade de discernir entre o que se pode fazer sozinho – conhecimento adquirido – e o que se pode aprender – a chamada zona de desenvolvimento proximal. Nesse sentido, também o papel do professor é redimensionado, pois passa de transmissor do saber a mediador do

processo ensino-aprendizagem. Essa visão sócio-interacionista permite a proposição de atividades produtivas, desafiadoras e reflexivas, levando o aluno a pôr em evidência suas experiências e hipóteses sobre o assunto em um constante recriar.

Notas

1. Nesse sentido, nos aclara Luckesi: (...) *diante da intensa utilização de notas e conceitos na prática escolar e da própria legislação educacional que determina o uso de uma forma de registro dos resultados da aprendizagem, não há como, de imediato, eliminar as notas e conceitos da vida escolar. Em função disso, é possível pedagogicamente (não administrativamente) sanar essa dificuldade pelo estabelecimento de conhecimentos, habilidades e hábitos mínimos a serem adquiridos pelos educandos e pelo encaminhamento do ensino a partir dessa definição.* (Idem, p.95-6)

2. Grifo nosso.

Referências bibliográficas

- APAP, Georges (et al.). **A construção dos saberes e da cidadania**. Porto Alegre, Artmed, 2002.
- BARRETO, Raquel Goulart. "Tecnologias nas salas de aula". In: **Subjetividades, tecnologias e escolas**. Rio de Janeiro, Quartet, 2001.
- COSTA, Marisa Vorraber. "Currículo e política cultural". In: COSTA, Marisa Vorraber (org.). **O currículo nos limiares do contemporâneo**. 4 ed. Rio de Janeiro, DP&A, 2005.
- FERRÉS, Joan. "Pedagogia dos meios audiovisuais e pedagogia com os meios audiovisuais". In: SANCHO, Juana M. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre, Artmed, 1998.
- LIGLIORI, Laura. "As novas tecnologias da Informação e da Comunicação no campo dos velhos problemas e desafios educacionais". In: LITWIN, Edith. (org). **Tecnologia educacional: políticas, histórias e propostas**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. São Paulo, Cortez, 2002.
- MARTÍN-BARBERO, J. "Desafios culturais da comunicação à educação". **Revista Comunicação e Educação**. São Paulo, Segmento USP, n.18, 2000.
- ORLANDI, Eni Pulcinelli. **A linguagem e o seu funcionamento**. São Paulo, Pontes, 1987.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DE LÍNGUA PORTUGUESA**. Primeiro, Segundo, Terceiro e Quarto Ciclos. MED/SEF, 1998.
- PONS, De Pablos. "Visiones y conceptos sobre la tecnología educativa". In: SANCHO, Juana María (cod). "Para uma tecnologia educativa", **Cuadernos para el Análisis**, n.7, Barcelona, Horsori, 1994.
- PERRENOUD, Philippe. "Os procedimentos habituais de avaliação, obstáculos à mudança das práticas pedagógicas". In: **Avaliação; da excelência à regulação da aprendizagem entre duas lógicas**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1999.
- _____. **10 novas competências para ensinar**. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.
- KLEIMAN, Ângela. **Texto e leitor: aspectos cognitivos da leitura**. Campinas, Pontes, 1989.
- KOCH, Ingedore G. Villaça. **Argumentação e linguagem**. São Paulo, Cortez, 1987.
- SANCHO, Juana M. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre, Artmed, 1998.
- SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: O CURRÍCULO INTEGRADO**. Porto Alegre, Artes Médicas Sul Ltda, 1998.
- SILVA, Maurício. **Repensando a leitura na escola: um outro mosaico**. 3 ed. Niterói, EDUFF, 2002.
- _____. **Língua afiada**. Niterói, Intertexto, 2005.

SOARES, Magda. **Linguagem e escola**: uma perspectiva social. São Paulo, Ática, 1989.

ZÓBOLI, Graziella Bernardi. **Práticas de ensino**: subsídios para a atividade docente. 9 ed. São Paulo, Ática, 1998.

Dados da autora

Shirlei Campos Victorino (shirleivictorino@ig.com.br) é Professora formadora do Centro de Referência em Educação e Formação Continuada do Município de São Gonçalo, Professora Assistente de Língua e Literatura Espanhola/Hispano-americana da Univercidade, Especialista em Literaturas e Culturas de Língua Portuguesa: Portugal & África, Mestre em Letras e doutoranda em Literatura Comparada pela Universidade Federal Fluminense.

Algumas Interfaces entre o Teatro e a Educação Científica

Ricardo Roberto Plaza Teixeira
Daniel de Andrade Moura

RESUMO: Este artigo apresenta algumas reflexões sobre as interações entre teatro e ciência. Nele discutimos a forma pela qual a história da ciência pode ser usada no ensino de tópicos científicos e também a maneira como o teatro pode ser usado para atrair o interesse dos estudantes para a ciência.

Palavras-chave: Ciência; Arte; Teatro; História; Física.

ABSTRACT: This article presents some reflections about the interactions between theater and science. We discuss how the history of science can be used to teach science and how the theater can be used to attract students to the science.

Keywords: Science; Art; Theater; History; Physics.

INTRODUÇÃO

É inquietante a separação existente entre a Física e a Arte e, de forma mais geral, entre as ciências naturais e as humanidades. C. P. Snow já refletia há mais de um século sobre esta contraposição entre a cultura científica e a cultura humanística (Snow, 1995). Esta separação é inquietante, pois nós, seres humanos, não somos divididos desta forma – só isto ou só aquilo –, mas somos uma grande mistura. De modo geral, a cultura enquanto conceito antropológico ainda é vista de forma a excluir o conhecimento científico. João Zanetic a este respeito afirma:

Quando se comenta sobre a cultura, de um modo geral, raramente a Física comparece de imediato na argumentação, ou outra representante das ciências naturais dá o ar da sua graça. Cultura, quando pensada "academicamente" ou com finalidades educacionais, é quase sempre evocação de alguma obra literária, alguma grande sinfonia ou uma pintura famosa; cultura erudita, enfim. Tal cultura traz à mente um quadro de Picasso, uma sinfonia de Beethoven, um livro de Dostoiévski, enquanto que a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de Noel ou num tango de Gardel. Dificilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Gödel ou às equações de Maxwell. Essa situação não é característica brasileira, onde se poderia

sugerir que as ciências naturais têm uma presença mais recente. (Zanetic, 1989)

A história da ciência é um campo de conhecimento que pode permitir a incorporação da ciência na cultura humana, pois ela se caracteriza como uma ponte de diálogo entre as ciências naturais e as humanidades. Se pensarmos, portanto, na Educação como um processo que permite também a incorporação de todo o legado cultural das gerações anteriores, só serão realmente educativas aquelas atividades que tenham o caráter de mistura que caracteriza a humanidade!

O ser humano possui diversas maneiras de transmitir os seus pensamentos: pode usar a fala, os gestos, a escrita, a Arte. Infelizmente, muitos professores, principalmente na área das ciências exatas, esquecem que a Arte é uma forma de expressão muito importante e com um imenso potencial pedagógico, pois consegue chamar a atenção de muitos alunos mais desinteressados. Por meio da Arte é possível, por exemplo, apresentar conceitos relacionados à História da Ciência aos alunos de nível médio e superior, transmitindo um pouco das descobertas de cada cientista em cena, mostrando a importância de cada uma delas e apresentando o contexto histórico e as controvérsias que existiram sobre determinados temas científicos: enfim, apresentando os meandros pelos quais ocorreu a evolução dos conceitos científicos.

Muitos alunos do ensino médio vão à escola preocupados unicamente com o mercado de trabalho ou com o vestibular, sem muitos questionamentos sobre o que estão aprendendo e, muitas vezes, sem muito interesse. Com o ensino das ciências por meio da linguagem artística, é possível motivar muitos desses alunos, despertando o seu interesse para o mundo da ciência. Pode-se trabalhar uma forma lúdica de ensinar a Física e a História da Ciência, paralelamente, por meio da linguagem teatral: esta é uma opção para o ensino que aproveita muito daquilo que o estudante vivencia no seu dia-a-dia e muito da sua experiência própria, auxiliando-o a construir o novo conhecimento e tornando o educando parte ativa do processo de aprendizado. Parte importante da arte e do ofício de ser docente está na consciência de que existem diversas maneiras de ensinar os mesmos conteúdos e que muitas vezes é possível e necessário fugir da aula tradicional. Não se trata aqui de obter uma fórmula infalível para os problemas educacionais, mas sim se perceber as potencialidades de uma linguagem que pode ser mais uma ferramenta pedagógica ao professor em sala de aula.

A Arte é, pela sua própria dimensão, um instrumento multiplicador de possibilidades interdisciplinares, e o teatro especificamente permite ampliar a visão de mundo dos estudantes. O trabalho que une o teatro à educação científica é bastante útil: 1) para preparar os "espíritos" de forma a possibilitar o desenrolar de trabalhos interdisciplinares futuros; 2) para que o aluno adquira uma visão cultural da Ciência; 3) para que se desmistifique a visão do cientista e de sua pretensa neutralidade; 4) para que a Ciência seja vista como processo e não somente como resultado; 5) para colaborar na elevação do nível das opções culturais escolhidas pelos alunos, num universo de mediocrização crescente da mídia, à qual a grande maioria dos estudantes, no dia-a-dia, se remete para o lazer e a informação. Todos estes objetivos educacionais são tão importantes quanto aqueles que se referem à transmissão dos conteúdos científicos pura e simplesmente. Portanto, o uso da Ciência, de sua história e dos dilemas éticos envolvidos como pretexto dramático apresenta um grande potencial educativo.

A dramatização possibilita uma aproximação de fato entre os seres humanos sendo, na verdade, uma condição necessária para ocorrer o processo de aprendizagem. Para Jacob Levy Moreno, as pessoas devem ser concebidas a partir das suas relações interpessoais. Em suas considerações a respeito das potencialidades do psicodrama, afirmou:

No nosso tempo não há heróis vivos com que as pessoas possam se identificar. O homem é solicitado a voltar-se sobre si mesmo. O homem está orientado para reconhecer o significado de seu encontro vivo; nos tempos do computador, do robô, das geladeiras, dos automóveis e aviões, é solicitado a relacionar-se diretamente com as pessoas que encontra nas ruas, no trabalho e em casa, a reconhecer seu valor imortal e inextinguível e não apenas a ser um número num jogo. É assim que o "encontro" é definido em termos de dramatização. Assim sendo, a comunicação entre dois seres humanos é estabelecida em nível profundo. Não existe ninguém nem nada que possa ensinar-nos mais a respeito do nosso próximo que não possamos encontrar e experimentar em nós próprios. (Moreno, 1975)

Portanto, a comunicação – forma pela qual o processo educacional acontece – pode ser imensamente beneficiada pelo uso de técnicas de dramatização de diferentes formas em sala de aula. Este potencial pode de fato acontecer na prática educacional, no caso em que o professor incorpore, de sua própria forma, as técnicas de dramatização úteis ao seu "fazer" pedagógico, e isto não deveria lhe ser estranho, visto que, na sua tarefa de educador, o professor é também um comunicador e – por que não? – um ator.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA – UM IMPORTANTE AUXÍLIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Muitas pessoas vêem os cientistas como seres "fantásticos" e geniais, dotados de grande inteligência e distantes de todos os outros homens ao seu redor. O ensino de ciências no nível médio apresenta o conhecimento científico, na maioria das vezes, como algo pronto e acabado, sem mostrar como se deu o desenvolvimento de uma teoria ou de uma descoberta. Isto termina por colaborar com a visão errônea que a maioria das pessoas tem de que o cientista é uma pessoa diferente, capaz de fazer coisas que os indivíduos normais não são capazes de fazer. Daí a importância de desmistificar visões ingênuas sobre a forma pela qual a ciência avança. Portanto, não se trata tão-somente de introduzir a História da Ciência como eixo interdisciplinar para a educação científica, mas também de refletir sobre de que forma a História da Ciência pode contribuir de fato com uma educação científica desmistificada. Marco Braga, Andréia Guerra

e José Cláudio Reis, ao comentarem sobre a História da Ciência no período medieval, alertam para o erro comum de tentar "linearizar" o processo de construção do conhecimento científico produzido pela humanidade:

O fundamental é perceber que nosso olhar para o passado é dirigido pelo fato de já conhecermos o desfecho de inúmeras discussões. Esquecer isso nos faz por vezes cair na tentação de julgar esse passado à luz das teorias vitoriosas, considerando obscurantistas seus adversários. Encarar a história das ciências dessa forma nos faz perceber o passado como se só existisse um único caminho a ser seguido, podendo esta via ser retardada ou fomentada, por pessoas ou instituições, numa concepção ingênua de progresso. (Braga et al., 2003)

Na complementação à ênfase dada usualmente ao produto do conhecimento científico, é necessário enfatizar-se também o processo pelo qual esse conhecimento foi produzido na história da humanidade. Segundo Luiz Peduzzi, para que uma harmonização didática entre os produtos da ciência e o processo de sua construção ocorra,

é preciso, entre outras coisas que o educador (professor, elaborador de livros, etc.) compartilhe com o historiador kuhniano (ou o de outra corrente de pensamento, que nutra propósito equivalente) a idéia de que as concepções de mundo outrora aceitas não foram nem mais nem menos científicas que as atuais. Ou seja, não é porque já foram descartadas que teorias mais antigas devem, hoje, ser consideradas acientíficas. Ao contrário, os diferentes conjuntos de crenças, concepções, hipóteses e teorias mantidas pelos estudiosos ao longo dos tempos, subordinados a visões de mundo específicas e por vezes bastante conflitantes entre os membros de uma mesma comunidade científica, estruturam a própria história do pensamento científico. (Peduzzi, 2001)

No mesmo sentido, Paul Feyerabend (2007) inicia sua obra *Contra o método* afirmando que a ciência é um empreendimento essencialmente anárquico e, portanto, alerta para as simplificações realizadas a este respeito:

É evidentemente possível simplificar o meio em que um cientista trabalha pela simplificação de seus atores principais. A história da ciência, afinal de contas, não consiste simplesmente em fatos e conclusões extraídas de fatos. Também contém idéias,

interpretações de fatos, problemas criados por interpretações conflitantes, erros e assim por diante. Em uma análise mais detalhada, até mesmo descobrimos que a ciência não conhece, de modo algum, "fatos nus", mas que todos os "fatos" de que tomamos conhecimento já são vistos de certo modo e são, portanto, essencialmente ideacionais. Se é assim, a história da ciência será tão complexa, caótica, repleta de enganos e interessante quanto as idéias que encerra, e essas idéias serão tão complexas, caóticas, repletas de enganos e interessantes quanto a mente daqueles que as inventaram. (Feyerabend, 2007)

A história da ciência está permeada por esse caráter dramático característico da nossa existência humana e é fundamental não incorrer no erro de recontar a história da ciência linearizando-a e tornando-a *mais tediosa, mais uniforme, mais "objetiva" e mais acessível a tratamento por meio de regras estritas e imutáveis* (Feyerabend, 2007). Thomas Kuhn (1987) também nos adverte para o erro de tentar olhar e julgar o passado tendo como "viseira" a nossa perspectiva atual: *Em vez de procurar as contribuições permanentes de uma ciência mais antiga para a nossa perspectiva privilegiada, devemos atentar para a integridade histórica daquela ciência, a partir de sua própria época.*

Quando o educando entende o método científico e visualiza que uma série de fatores colaboraram para que uma nova descoberta fosse realizada, ele começa a perceber a complexidade envolvida no processo de desenvolvimento da ciência e passa a se ver inserido num mundo cheio de fenômenos com os quais ele pode lidar para compreender. A história da ciência é fundamental para a compreensão do desenvolvimento do conhecimento científico, pois visualizando o contexto histórico em que as teorias foram criadas podemos ver de fato os diversos fatores que colaboraram para a sua construção. O cientista tem o seu mérito, obviamente, na criação de hipóteses e teorias, mas o contexto histórico em que viveu influencia, e muito, em suas descobertas: a ciência é um processo caracterizado sobremaneira pelo esforço coletivo que tende a ser desprezado por visões que individualizam na figura do cientista genial a responsabilidade única pelo avanço da ciência.

Para uma efetiva aprendizagem da ciência, o educando tem que participar de maneira ativa da aula, e não apenas ficar imóvel recebendo e armazenando informações, processo denominado de educação bancária por Paulo Freire: *O educador democrático*

não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão (Freire, 2002). Assim sendo, a curiosidade do aluno é um importante mecanismo que o auxilia na construção do saber.

ARTE E CIÊNCIA

Segundo Leonard Shlain, à primeira vista a Arte e a Física estão em campos diametralmente opostos:

A arte e a física são uma dupla estranha. Das muitas disciplinas humanas, poderiam existir duas que pareçam mais divergentes? O artista emprega imagens e metáforas; o físico usa números e equações. A arte está relacionada a um "leque" imaginativo de qualidades estéticas; a física existe em um mundo de relações matemáticas bem definidas entre propriedades quantificáveis. Tradicionalmente a arte cria ilusões a partir da emoção; a física tem sido uma ciência exata que faz sentido. (Shlain, 1993)

O ser humano está sempre buscando conhecer e muitas vezes manipular o que está em sua volta. Ele representa, estuda e tenta entender a natureza, seus fenômenos e mistérios, na tentativa de saciar a sua mais íntima curiosidade: este processo de "sondagem" ocorre por meio tanto da Ciência quanto da Arte.

A Arte, que é usada para representar objetos, seres vivos e cenas do cotidiano, sofreu grandes mudanças com o passar do tempo. No passado, com a pintura o homem procurava fazer uma imagem real do mundo externo; com a invenção da fotografia, os artistas procuraram outras formas de representação que tocassem mais profundamente a imaginação dos seres humanos. Isto fica evidente, por exemplo, nas obras de Picasso, nas quais ele desenha pessoas ou objetos de maneiras abstratas e geométricas, provocando a imaginação criativa de quem observa a sua obra. Por meio da música e do teatro, o ser humano procurou ao longo da História mostrar situações e fenômenos cotidianos, usando técnicas cada vez mais sofisticadas com o passar do tempo. Podemos perceber isto quando assistimos a uma ópera ou ouvimos um concerto, como *As quatro estações* de Vivaldi, em que, por meio da música, diversas emoções são transmitidas.

A Ciência foi criada na tentativa de explicar os fenômenos que ocorrem na natureza. A curiosidade humana é, desta forma, o grande combustível do cientista, fazendo-o pesquisar e realizar experiências a

fim de criar e comprovar teorias. Existem vários métodos de fazer Ciência, que foram se modificando com o passar do tempo. Um dos grandes objetivos da Ciência é compreender como as coisas são e como funcionam a partir de um corpo de conhecimento bem definido. Nisto a Ciência difere da Arte, pois uma mesma obra de arte pode provocar diversas interpretações, enquanto que uma teoria científica visa dar uma única solução para um "problema" encontrado pelo ser humano. A Arte e a Ciência são, portanto, duas ferramentas importantíssimas e fundamentais para a compreensão do mundo, pois produzem visões diferenciadas – e complementares – da natureza.

Segundo Bento Caraça (2002) a Ciência é um organismo vivo e pleno da condição humana, que só pode ser compreendido dessa maneira se procurarmos aprender a forma como se deu o seu desenvolvimento progressivo, descobrindo as hesitações, dúvidas, contradições, que só um longo trabalho de reflexão e apuramento consegue eliminar, para que logo surjam outras hesitações, outras dúvidas, outras contradições.

O TEATRO NA ESCOLA

O Teatro ainda é pouco utilizado na escola. É durante o ensino fundamental, geralmente, que muitos alunos têm o primeiro contato com o mundo teatral, na maioria das vezes participando da montagem de uma peça proposta pelo educador. Os ensaios têm como enfoque realizar marcações e cobrar que os educandos decorem os textos. Normalmente as peças abordadas não possuem teor científico, são obras curtas, utilizadas apenas para que o aluno interprete o papel. Essa forma de teatro, em que o ator apenas decora as falas e faz as marcações em palco, está longe de implementar todo o potencial que a modalidade artística proporciona. Por meio de diversas atividades ligadas ao teatro, como os jogos dramáticos, por exemplo, é possível trabalhar com os alunos muitas habilidades, como o trabalho em grupo e o desenvolvimento da imaginação.

A finalidade do teatro na educação deve ser a de educar o aluno para uma verdadeira liberdade criadora [...] Nenhum episódio da história relatado pelo professor, através de simples preleção, mesmo se esta for enriquecida com sofisticados meios audiovisuais, ficará conscientizado e assimilado pelo aluno tão profundamente como seria o caso se o mesmo episódio tivesse sido vivido pelo próprio aluno. (MEC, 1976)

Por meio da dramatização o aluno aprende de uma maneira mais profunda a história de uma certa época ou indivíduo. Ao interpretar um filósofo ou cientista numa peça científica, o educando acaba por se interessar ainda mais pelas características da personagem, o que o faz pesquisar detalhes sobre a sua vida. O professor terá mais facilidade para ensinar quaisquer conteúdos referentes ao cientista interpretado, pois o aluno já estará motivado para aprender.

É possível obviamente estimular o aprendizado de ciências por meio de outras artes, como a música, mas o Teatro é aquela que mais forma parcerias: além de seu apelo para o trabalho em grupo, é a arte que mais se identifica com a transmissão da história, criando um elo poderoso entre o ator, a personagem interpretada e o público. O Teatro pode se tornar, desta forma, uma importante ferramenta no ensino de ciências. Cabe aos educadores utilizá-lo de maneira adequada para o ensino de sua disciplina.

JOGOS DRAMÁTICOS NA SALA DE AULA

O jogo dramático é indispensável para a realização de um trabalho teatral com um grupo de alunos. É por meio dele que os alunos aumentam a sua união e desenvolvem sua expressão e imaginação.

Os jogos dramáticos são improvisações a partir de temas dados, improvisações onde se exercem a imaginação e a criação artística das crianças e dos adolescentes. Em sua orientação o educador deve "jogar o jogo". (Reverbel, 1989)

Com esses jogos busca-se preparar o aluno para a realização de peças teatrais, e também auxiliá-lo a sentir-se mais à vontade diante de seus companheiros. Abaixo são apresentados alguns exercícios com os quais pode-se trabalhar a expressão dos alunos de uma maneira bem descontraída.

Exercício 1 – Apresentação Pessoal I

- Os alunos caminham pela sala, em ritmo rápido, procurando ocupar todo o espaço disponível.
- Cada aluno repete uma frase, na qual se apresenta falando o seu nome e seus gostos pessoais, repetindo a frase enquanto anda.
- Aos poucos os alunos vão mudando o ritmo, de acordo com o comando do coordenador.
- No fim, todos reduzem o ritmo e diminuem o volume, pouco a pouco, até pararem e ficarem em silêncio.

Exercício 2 – Apresentação pessoal II

- Os alunos formam um círculo.
- Um aluno caminha para o centro do círculo, parando em frente a um colega, para o qual dirá o seu nome, cumprimentando-o.
- Este processo deve ser repetido até todos terem tido a oportunidade de se apresentar.

Exercício 3 – Contato com os companheiros

- Os alunos são separados em grupos de cinco pessoas.
- Cada grupo forma uma figura geométrica e cada aluno fica em pé em um ponto da figura.
- A um sinal, os alunos se movimentam livremente pela sala, e a outro sinal voltam para a sua posição na figura geométrica.
- Ao final, os alunos devem discutir quem se movimentou procurando manter a figura geométrica.

Exercício 4 – Confiança no seu companheiro

- Os alunos formam duplas.
- Um integrante da dupla ficará de olhos fechados e o outro o guiará pela sala segurando em sua mão.
- Durante o exercício, alguns obstáculos são colocados pela sala.
- As duplas devem trocar de papéis: quem estava guiando ficará com os olhos fechados.
- Ao final, é importante discutir quem realmente ficou de olhos fechados e confiou plenamente no seu companheiro, bem como sobre se o companheiro realmente soube guiar.

Exercício 5 – Interpretando histórias

- Os alunos devem caminhar pela sala, ocupando todo o espaço.
- Enquanto caminham, uma situação é descrita, pedindo-se para eles se imaginarem nela e a interpretarem de acordo.
- A partir da situação inicial, uma história curta é narrada, gerando outras situações.
- Ao final, os alunos discutem o que eles acharam do exercício.

Jogos dramáticos como esses podem ser usados em diversos momentos durante uma oficina de teatro, de acordo com a intenção do orientador. Aqui foram dadas apenas algumas sugestões. O educador que desejar pode tentar inventar outros exercícios com jogos dramáticos. Esses jogos podem facilitar em muito o trabalho de produção de peças teatrais envolvendo o conhecimento científico.

O TEATRO CIENTÍFICO

A linguagem teatral é muito utilizada para transmitir estórias. Por que não utilizá-la para ensinar a história da ciência e explicar alguns conceitos, mostrando como ocorreu a construção da visão de mundo científica atual?

Foi essa pergunta que motivou alguns grupos brasileiros de teatro a montarem peças com teor científico. Um destes grupos – criado pelo ator Carlos Palma na cidade de São Paulo – é o "Arte e Ciência no Palco", que apresenta diversas peças científicas desde 1998. Eles estrearam com uma peça sobre Albert Einstein e possuem atualmente cerca de uma dezena de peças teatrais relacionadas à ciência em seu repertório. No entanto, infelizmente ainda são poucos os professores que notam o potencial educativo das peças teatrais científicas.

Uma forma de utilizarmos o teatro científico para o ensino de ciência é montarmos peças relacionadas à Ciência com os alunos, utilizando diversos recursos do mundo teatral. Existem pouquíssimas peças científicas escritas e, portanto, dificilmente, o educador terá uma obra escrita pronta para ser montada. Na maioria dos casos, o professor – juntamente com seus estudantes – terá que escrever a peça, sempre levando em conta que irá trabalhar com alunos e não com atores. Algumas peças escritas utilizando o mundo científico como base, como *Galileu*, de Brecht (1977), não foram escritas com o intuito de divulgar a ciência. Isto acaba por enriquecer ainda mais a peça, que acaba se inserindo em outro contexto. O teatro científico é uma ferramenta muito preciosa para o educador, pois, além de fazer uma

ponte entre a Arte e a Ciência, ainda proporciona aos alunos uma forma prazerosa de aprender e refletir sobre a ciência e as suas relações com a sociedade.

CONCLUSÕES

Estabelecer pontes interdisciplinares entre o Teatro e a Ciência é sobretudo aproximar campos de conhecimento que lidam com linguagens complementares.

Segundo Thelma Lopes:

É preciso beber na arte e na ciência para aprender a estranhar o habitual, para enxergar no óbvio o inusitado. As grandes descobertas surgiram do espanto diante do óbvio. Galileu Galilei tira a Terra do lugar porque duvida de que é o Sol que anda, apesar da nítida sensação de que é ele que se move sobre nossas cabeças. (Lopes, 2005)

Dessa forma, as possibilidades pedagógicas abertas pelo trabalho didático usando o teatro científico são promissoras, principalmente de modo a atingir uma parte do corpo discente que é mais refratária à aprendizagem de tópicos de Física no ensino médio. A arte teatral, pelo fato de lidar com as diversas maneiras de transmitir idéias, pensamentos e conceitos, pode tornar-se uma ferramenta poderosa de ensino de conceitos científicos. O teatro, em suma, pode colaborar de forma intensa com a importante tarefa de despertar nos jovens o interesse pela ciência em geral, além de transmitir conceitos científicos e propiciar discussões sobre dilemas éticos que ocorreram e ocorrem na relação entre ciência e sociedade.

Referências bibliográficas

- BRAGA, Marco, GUERRA, Andreia e REIS, José Cláudio. **Breve história da ciência moderna Volume 1: Convergência de saberes (Idade Média)**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.
- BRECHT, B. **Vida de Galileu**. São Paulo: Abril Cultural, 1977.
- CARAÇA, Bento de Jesus. **Conceitos fundamentais da matemática**. Lisboa: Gradiva, 2002.
- FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. São Paulo: Editora UNESP, 2007.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia, saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2002.
- KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987.
- LOPES, Thelma. **Luz, arte, ciência ... ação!** In: *História, ciências, saúde Manguinhos*. Vol. 12. Rio de Janeiro, 2005.
- MEC. **Teatro na Educação, subsídios para seu estudo**. In: *Coleção Cartilhas de Teatro, nº 7*. Rio de Janeiro: Ministério da Educação, 1976.

MORENO, J. L. **Psicodrama**. New York: Beacon House, 1975.

PEDUZZI, Luiz O. Q. **Sobre a utilização didática da história da ciência**. In: PIETROCOLA, Maurício. *Ensino de Física Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

REVERBEL, Olga Garcia. **Um caminho do teatro na escola**. São Paulo: Editora Scipione, 1989.

Dados dos autores

Ricardo Roberto Plaza Teixeira (rrpteixeira@bol.com.br) é Doutor em Física pela USP e Professor do CEFET-SP e da PUC-SP.

Daniel de Andrade Moura (ascencao@hotmail.com) é Licenciado em Física pelo CEFET-SP.

Uma Abordagem Ética sobre as Tecnologias Agrícolas

Rodrigo Grazinoli Garrido
Fabíola de Sampaio Rodrigues Grazinoli Garrido

RESUMO: Desde a introdução de antigas técnicas até o apogeu das novas tecnologias, a agricultura tem sofrido grande incremento em sua produção. Entretanto, mostramos neste trabalho que a tecnologia que alavancou a produção de alimentos trouxe também perversos impactos ambientais, e a fome mundial, contraditoriamente, tornou-se ainda mais cruel. O "milagre" produtivo da Revolução Verde deixou um rastro de degradação ambiental e abriu caminho para a Revolução Genética. No entanto, essa última não abandonou os riscos à vida humana e ao ambiente. Assim, o dilema entre produção e preservação ambiental torna-se intrincado, clamando por respostas nem sempre fáceis de serem encontradas de forma bioética. São apresentadas propostas para uma agricultura produtiva e sustentável com visão mais ampla e social, que avalie eticamente os casos em suas peculiaridades. Fica claro que, independentemente da técnica empregada, esta deve ser responsável social e ambientalmente, primando pelo esclarecimento e pelo direito de escolha da humanidade.

Palavras-chave: Agricultura; Revolução Verde; Revolução Genética; Bioética.

ABSTRACT: Since first techniques were introduced, until last technologies were established, agriculture has suffered great productivity increases. However, in this work, it was shown that the same technologies that increased food production, brought out severe environmental impacts over the countries and starvation became even worse. Green Revolution miracle left evidences of environmental damage and it opened the doors for a Genetic Revolution. Thus, the last one didn't avoid life and environmental risks. So, production and environmental conservation dilemma became more difficult, requesting for hard answers to this situation, not always easily found by bioethics. In this work, there are proposes presented to achieve a productive and sustainable agriculture, with a wide and social vision that is capable to ethically evaluate particular cases. It is explained that, independently of the applied technique, it must be socially and environmentally responsible, respecting human opportunity to decide.

Keywords: Agriculture; Green Revolution; Genetical Revolution; Bioethics.

INTRODUÇÃO

Nos últimos duzentos anos, as mudanças promovidas pelas tecnologias agrícolas se tornaram evidentes. Entretanto, os progressos na área agrícola foram tão velozes no incremento da produção quanto ferozes nos impactos ambientais provocados e, apesar do incremento na produção, a fome tornou-se ainda mais perversa.

O "milagre" produtivo da chamada Revolução Verde (RV) chegou ao fim nos anos de 1980, abrindo caminho para as promessas da nova Revolução Genética (RG).

No entanto, a nova revolução não deixou para trás as chances de colocar em risco a vida humana e o ambiente. Questões relativas à biossegurança alimentar e ambiental foram levantadas e sua respostas ainda se baseiam em testes muito incipientes e impregnados de desconfiança.

O dilema ético entre a produção agrícola e a preservação ambiental torna-se intrincado, clamando por respostas nem sempre oferecidas por uma bioética principialista baseada na autonomia, beneficência, não-maleficência e justiça. Uma visão mais ampla que aborde questões sociais peculiares de cada povo e a discussão independente dos casos, analisando os propósitos e potenciais impactos do uso de cada tecnologia na área ou região em questão, devem ser estimuladas. Além disso, tais bases éticas devem ser refletidas na legislação.

Várias são as propostas de outras tecnologias que permitiriam uma agricultura produtiva e sustentável. Todavia, independentemente das técnicas empregadas, estas devem ser democráticas, permitindo que principalmente a população das nações periféricas seja contemplada com seus frutos. Essas técnicas devem primar pela responsabilidade ambiental e, acima de tudo, ser esclarecedoras, oferecendo escolhas conscientes à humanidade.

BREVE HISTÓRIA DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS

O sementeiro saiu para semear. Enquanto semeava, algumas sementes caíram à beira do caminho, e os passarinhos foram e as comeram. Outras sementes caíram em terreno pedregoso, onde não havia muita terra. As sementes logo brotaram, porque a terra não era profunda. Porém, o sol saiu, queimou as plantas, e elas secaram, porque não tinham raízes. Outras sementes caíram no meio dos espinhos, e os espinhos cresceram e sufocaram as plantas. Outras sementes, porém, caíram em terra boa, e renderam cem, sessenta e trinta frutos por um. (Mateus 13, 1-8).

Nesta parábola, além da mensagem messiânica, descreve-se também uma atividade comum à época: a agricultura. Porém, diferentemente do que ocorre em nossos dias, o agricultor se encontrava à mercê do ambiente, confundindo-se com este, apesar de alterá-lo. Essa maneira de lidar com a agricultura permaneceu até o Renascimento, quando a civilização técnica surgiu e a transformação da natureza passou a ter a finalidade de dominá-la (Buzzi, 1991).

Na agricultura é fácil notar a transição entre a antiga técnica e a moderna tecnologia. A primeira agiu como uma espécie de revelação de fatores que se mantinham apenas obscuros no ambiente. Capaz de alterar a natureza, porém incapaz de afastar-se dela. Já a segunda, investigando a fundo o natural, extrai e acumula sua energia e se torna algo fantástico, mais temível do que a própria natureza. Seus produtos pairam sobre a paisagem, não mais se confundindo com esta (Buzzi, 1991). Segundo Moser (2004a), os primeiros problemas ecológicos surgiram junto com a técnica, mas se tornaram mais graves com a evolução desta. Certamente, os povos primitivos também atuavam sobre a natureza, porém de forma menos danosa. No entanto, não devemos esquecer que a mesma tecnologia que destrói pode ser essencial para recuperar o ambiente.

Não se pode precisar o marco iniciador da agricultura. Contudo, historiadores e arqueólogos estão convencidos de que a domesticação de plantas iniciou-se simultaneamente em várias partes do mundo. A prática da agricultura seria um fenômeno de importância somente superado pelo domínio do fogo. As culturas do trigo, da cevada e do linho já estavam estabelecidas há cerca de 3500 anos a.C. Na idade do

bronze, a estes cultivos se somavam a fava, a aveia, o centeio e a papoula (Pons, 1998).

A primeira máquina agrícola teria surgido ainda na Pré-História, em forma de um longo bastão utilizado para cavar, assim como o primeiro arado teria sido um galho de árvore. Posteriormente, esses equipamentos foram recobertos por bronze e ferro e acoplados à tração animal a partir dos 6000 anos a.C. Surgiram, então, os ciclos de corte e queimada, até hoje observados em localidades de países periféricos. E, mais recentemente, em 220 anos a.C., a dinastia chinesa Ch'in estabeleceu a primeira reforma agrária (Pons, 1998).

Na Grécia antiga, uma passagem histórica da agricultura chama a atenção. O filósofo Tales de Mileto, na tentativa de demonstrar a "utilidade" da filosofia, calculou e previu um eclipse solar e uma grande safra de azeitonas, fazendo fortuna. Também na antiguidade romana, o uso de instrumentos de medição trouxe progresso ao cultivo de plantas (Pons, 1998).

Os árabes, estimulados pela filosofia do profeta Maomé ao redor do ano 600 d.C., desenvolveram práticas de irrigação importantíssimas para o cultivo. Durante a Idade Média, o principal progresso na prática agrícola se deveu à generalização do uso do arado moderno, por volta do século XII. Entretanto, esse equipamento havia sido criado no século I e aperfeiçoado no século IV. Além disso, a utilização do calcário para corrigir a acidez do solo era observada em alguns países. Em Portugal, uma Lei de 1375 obrigou o cultivo agrícola nas Sesmarias arrendadas da Coroa (Pons, 1998).

Ao chegarem no Novo Continente, os europeus se depararam com desconhecidas técnicas e cultivares agrícolas utilizados pelos Incas e Astecas. Os canais de irrigação e a prática de terracimento eram utilizados pelo Povo do Sol, enquanto os Incas cultivavam plantas em jardins flutuantes. Logo se iniciava um intenso intercâmbio de culturas agrícolas (Pons, 1998). A história da agricultura moderna se confunde com o colonialismo europeu. A monocultura açucareira e escravista brasileira é um exemplo da produção voltada para a exportação.

A chamada agricultura científica pode ter seu início marcado com a teoria sobre a importância da água para as plantas, elaborada por Bacon ainda no século XVI. Na atualidade, vários experimentos importantes para a Ciência também o foram para a agricultura em particular. A teoria da geração

espontânea levou a estudos sobre a nutrição mineral e a importância do Sol e do ar para as plantas. Em 1841, Justus von Liebig expressou, a partir de observações, a teoria mineral, dando base à implementação dos fertilizantes químicos. Seguiram resultados sobre o carbono utilizado na fotossíntese e, ainda, o reconhecimento das bactérias fixadoras de nitrogênio. A comprovação da origem do fenômeno de nodulação, a partir da inoculação do próprio solo contendo bactérias, foi feita no final do séc. XIX por Hellriegel e Wilfarth (Pradella et al., 2001).

Ainda no século XIX, estabeleceram-se cultivos hidropônicos e a reposição de nutrientes no solo, que permitiram a agricultura de longa duração, como praticada atualmente. Os resultados de Darwin referentes à autofecundação no reino vegetal e os experimentos genéticos com ervilhas realizados por Mendel deram, também, importante impulso para a agricultura científica.

A REVOLUÇÃO VERDE

Entre os anos de 1950 e 1984, a produção mundial de grãos cresceu 2,6 vezes. Este fato incrementou a produção *per capita* em 40%, alcançando 80% na China e 130% na Europa Ocidental (Corson, 2002). O crescimento nessas três décadas é devido a vários fatores, destacando-se, dentre eles, a expansão de terras cultivadas, o aumento da irrigação e do uso de agentes químicos, o cultivo simultâneo de várias culturas e as melhorias nas técnicas de produção (Corson, 2002). Um dos marcos dessa revolução que se iniciava na agricultura foi a inauguração do IIRRI (Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz), nas Filipinas, em 1966 (Cullather, 2004). Durante dez anos, a chamada RV recebeu os créditos por salvar o mundo da catástrofe malthusiana. Índia, Paquistão, Filipinas, Malásia e Indonésia tornaram-se auto-suficientes em alimentos (Cullather, 2004).

O milagre produtivo ultrapassou as fronteiras agrícolas. Trouxe alterações geopolíticas, econômicas e sociais, que culminaram, apesar das críticas, em um Prêmio Nobel da Paz ofertado ao Dr. Norman Borlaug, idealizador da RV, em 1970 (Cullather, 2004). O fomento à pesquisa agrícola, promovido pela Fundação Ford e Rockefeller, patrocinou também um dos braços do imperialismo norte-americano. Foram observados reflexos na Guerra Fria e, sobretudo, na disciplina do mercado mundial. Multinacionais dos insumos agrícolas, como a Monsanto, e empresas de petróleo passaram a dar as cartas, como um prelúdio químico da atual RG (Cullather, 2004).

Entretanto, já em meados dos anos de 1970, o uso indiscriminado de energia na produção agrícola trazia preocupações. A agricultura tecnológica desenvolvida na Europa Ocidental e nos Estados Unidos era totalmente inviável para os trópicos. O balanço energético da produção mostrava-se bastante desfavorável e levaria, em apenas 13 anos, ao extermínio de todas as reservas de petróleo conhecidas na época (Fernandes, 1978).

A agricultura de alta tecnologia implantada com a RV havia escolhido a proposta de aumentar a produção pela maior oferta de nutrientes no solo. Contudo, o estudo do aumento da eficiência das plantas em extrair os nutrientes do solo já era apontado como saída para a crise energética e a devastação ambiental que se desenhavam (Fernandes, 1978).

Os problemas não demoraram a aparecer. Alguns ganhos obtidos nas décadas que se seguiram à RV foram perdidos juntamente com milhares de hectares de terras, erodidos pela intensa aragem. Além disso, notou-se o esgotamento do lençol freático, devido à irrigação excessiva e à salinização, com contaminação dos corpos d'água e do solo promovida pelos insumos químicos utilizados agressivamente. O problema tornou-se tão flagrante que no início dos anos de 1980 a FAO (Organização para a Alimentação e a Agricultura) publicou um relatório mostrando que o potencial do solo em produzir alimentos encontrava-se limitado em 117 países em desenvolvimento (Corson, 2002).

Apesar de tudo, tardiamente, o uso intensificado de fertilizantes, combinado com a seleção de variedades de alta produção e novas técnicas de manejo das culturas, ainda tem sido responsável pelo incremento da produção em áreas como a África (Mann, 1997). Isto corrobora a tese de que áreas pobres em recursos nunca ganharam muito com a RV (Castro, 2004).

Todavia, foi a partir de 1984 que o milagre parecia ter chegado ao fim (Corson, 2002). A produção *per capita* de grãos iniciou uma onda de quedas, mantendo-se longe daquela projetada pela FAO e pelo Banco Mundial (Mann, 1997 e Corson, 2002). Várias são as explicações para o declínio da RV. Talvez o problema esteja no fato de que a população não parou de crescer. Além disso, o aumento no consumo de carne levou ao direcionamento de grande quantidade de grãos para a alimentação animal (Mann, 1997).

Outro fator importante, apontado por cientistas, seria o alcance dos limites físicos da planta.

O índice de colheita, isto é, a fração da massa da planta recuperada em seus grãos, variava em torno de 0,25, no início do século passado. Hoje, alcança-se 0,5 e acredita-se que se pode chegar a 0,6 ou 0,65 do peso em grãos. Assim, o paradigma da RV – cultivar pequenas plantas com mais grãos, às custas de muito fertilizante – se torna insustentável. O próprio IRRI apresentou decaimento na produção de seus campos experimentais. Em virtude do alto índice de fertilizantes que alterou a matéria orgânica e a capacidade de retenção de nitrogênio do solo, houve uma redução de 10 t.ha⁻¹ para 6 t.ha⁻¹ (Mann, 1997).

É ponto pacífico que nos próximos 20 anos as necessidades globais de grãos irão crescer e, ainda, que a expansão da produção de cereais tornou-se limitada pelas necessidades de preservar os ecossistemas, bem como pela perda de terras aráveis para cidades, indústrias e recreação. Com isso, a RV tem dado lugar à agricultura de precisão, com seu conjunto de técnicas para otimizar do plantio à colheita. Têm-se selecionado novos tipos de plantas mais resistentes a doenças, a solos ácidos ou metálicos, ou capazes de utilizar mais eficientemente os nutrientes (Mann, 1997). Além disso, cada vez mais, se estimulará o uso da fixação biológica de nitrogênio (FBN) que traz benefícios comerciais e ambientais (Pradella et al., 2001). A RV foi apenas um rascunho para se preparar a atual revolução biotecnológica, sendo um dos maiores embates ideológicos observados na agricultura (Moser, 2004).

DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA REVOLUÇÃO VERDE: O EXEMPLO DO USO INADEQUADO DE NITROGÊNIO

O nitrogênio é quantitativamente o mais importante elemento requerido por plantas, sendo, por isso, utilizado significativamente como fertilizante em inúmeras culturas agrícolas. Em linhas gerais, compostos nitrogenados em diferentes estados de oxidação são indicadores da contaminação de aquíferos em consequência da atividade agrícola ou de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. Entre esses compostos, o nitrato é mais abundante e geralmente atinge elevadas concentrações em águas profundas. Como no Brasil as águas subterrâneas constituem importante fonte de abastecimento e a lixiviação de NO₃⁻ é considerável, há que se atentar para os efeitos deletérios da contaminação (Rodrigues e Garrido, 2005).

O consumo de nitrato através das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução de metemoglobinemia, especialmente na primeira infância, e a formação de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (Rodrigues e Garrido, 2005). Além dos efeitos sobre a saúde humana, o acúmulo de fontes nitrogenadas permite o crescimento de microalgas, levando à eutrofização de corpos d'água. Nestas condições, têm-se como principais efeitos indesejáveis alterações estéticas e recreacionais dos mananciais e estabelecimento de um ambiente anaeróbio nas regiões mais profundas, acarretando mortalidade de peixes. De forma imediata, a contaminação leva ao encarecimento no tratamento da água para uso (www.dipemar.com.br, 2005).

Outras espécies nitrogenadas são danosas ao planeta e, assim, à vida humana. O próprio NO₃⁻ pode gerar espécimes reativos livres (NO_x), além de ter relação direta com a depleção da camada de ozônio. Outra espécie potencialmente poluidora é o NH₃, que possui atividade altamente corrosiva (Rodrigues e Garrido, 2005).

A contaminação de águas por compostos nitrogenados é uma realidade. Em relatório da ONU publicado em 2004, são relatadas mais de 150 zonas mortas por eutrofização no mundo. São exemplos as encontradas no Mar Báltico e Adriático e a do Golfo do México, produzida pelo nitrogênio drenado das fazendas do meio-oeste americano pelo Rio Mississippi (www.arcadiabio.com, 2005). Dessa forma, faz-se necessário um constante monitoramento dessas águas e fiscalização das fontes contaminantes.

A REVOLUÇÃO GENÉTICA

Desde os mais primitivos tempos, o homem vem domesticando plantas em busca de selecionar as melhores, maiores e mais bonitas, para alimentação e produção de fibras. Com isso, é nítida a implementação de pressões seletoras diferentes daquelas naturalmente impostas pelo ambiente. Este tipo de melhoramento genético é denominado tradicional e gera novas combinações gênicas por meio de cruzamentos sexuais entre plantas da mesma espécie ou, no máximo, do mesmo gênero (Nodare et al., 2005). Contudo, foi a partir dos últimos dois séculos que o melhoramento de plantas radicalizou-se. Utilizando conhecimentos de diferentes ciências, a prática milenar da seleção passou a independe da existência natural da variabilidade e da habilidade do agricultor (Santos e Júnior, 2003).

Atualmente, entrou em jogo o uso de ferramentas moleculares que inauguram outra revolução: a RG. Essa vem se tornando crucial para a garantia de produção. Em 1995, já se cultivavam mais que 4.500 plantas geneticamente modificadas (GM) (aquelas que têm seus genes alterados, sem, no entanto, obrigatoriamente receberem genes heterólogos) nos Estados Unidos (Daniell, 1999). No período de 1996 a 2000, houve um aumento maior do que 25 vezes na área cultivada com plantas GM nesse mesmo país (Santos e Júnior, 2003). Além da produção de inseticidas naturais e resistência a herbicidas, essas plantas podem receber genes extrínsecos ou ter seus próprios genes mapeados, possibilitando regular a transdução de sinais e incrementando a eficiência no uso de nutrientes (Daniell, 1999).

Não podemos, no entanto, confundir a denominada RG com a biotecnologia. Esta remonta a práticas milenares do uso tecnológico de animais, plantas, bactérias e fungos, pelo homem. Relatos da biotecnologia primitiva ultrapassam os 10.000 anos (Moser, 2004), desde a fermentação de bebidas no antigo Egito até os nossos dias, com as práticas da transgênese.

Talvez se possa datar o início da RG em meados dos anos de 1970, quando pesquisas demonstraram a possibilidade de transferência e recombinação de genes (Engenharia Genética), permitindo que se caminhasse para a produção de organismos geneticamente modificados (OGM) (Moser, 2004a). Contudo, a era do DNA teve seu início no ano de 1953, quando Watson e Crick relataram a descoberta da estrutura do ácido desoxirribonucleico. A partir de então, inúmeros grupos de pesquisa se dedicaram aos estudos da Biologia Molecular, que culminaram com o mapeamento do código genético humano, em 2001, pelo Projeto Genoma (Clemente, 2004).

As plantas transgênicas, aquelas que recebem genes de outros organismos, podem ser classificadas em três gerações biotecnológicas (Santos e Júnior, 2003): 1^a) em que se deu ênfase à defesa sanitária vegetal, redução de custos e simplificação do manejo; 2^a) em que se procurou gerar benefícios para o processamento e armazenamento, trazendo benefícios diretos para o consumidor; 3^a) em que se criaram plantas capazes de produzir vacinas, hormônios, plásticos, etc.

Apesar da implementação das plantas GM

ainda ser muito discutida, a diminuição da produtividade, principalmente nas regiões mais pobres do mundo, empurra a opinião pública para uma visão mais liberal. As promessas de melhorias para a vida da população rural, que em 2004 ainda correspondia a 70% da humanidade, e de redução nos preços da alimentação apontam para um novo "milagre", semelhante àquele da RV (Castro, 2004). Além disso, a possibilidade de se produzir plantas ricas em substâncias importantes para a nutrição humana, como o arroz dourado rico em vitamina A, aponta para um novo tempo no combate à desnutrição e à fome (Santos e Júnior, 2003).

POTENCIAIS DANOS AMBIENTAIS DA REVOLUÇÃO GENÉTICA

A RG traz consigo muitas discussões no tocante à segurança, à ética e à legalidade de suas tecnologias. A possibilidade de transferência de genes de resistência a antibióticos e a dispersão de genes, reduzindo a viabilidade genética das variedades selvagens, são algumas dessas questões (Daniell, 1999 e Castro, 2004).

No tocante à biossegurança alimentar, os testes de dispersão de genes ainda são incipientes e não consensuais. Tais testes estão sempre baseados nos critérios da equivalência substancial. Neste critério se analisam as características fenotípicas e moleculares da planta e de seus derivados, comparando com a espécie tradicional e outras variedades aparentadas. Procura-se definir o potencial alergênico e toxicológico das proteínas expressas pelo gene inserido, além dos efeitos na dieta de animais de várias espécies. Avalia-se, ainda, o potencial poder de disseminação dos genes na flora intestinal dos animais (Santos e Júnior, 2004).

Enquanto isso, a biossegurança ambiental só passou a ser amplamente discutida depois da Convenção sobre Biodiversidade Biológica de 1992. Igualmente a outras tecnologias, para o cultivo de plantas transgênicas se faz necessário demonstrar o potencial impacto ambiental (Santos e Júnior, 2004). Em virtude de serem culturas recentes, torna-se importante estabelecer os riscos do cultivo de OGM por longos períodos, observando a capacidade de dispersão de genes para outras culturas próximas ou distantes, bem como os efeitos desses genes exóticos nas plantas que porventura os receberem. Além disso, deve-se perceber as relações desses cultivos com a diversidade biológica de cada região e propor as contenções necessárias para cada experimento.

Contudo, algumas respostas já foram dadas. A esterilização dos machos e a implementação de modificações gênicas na herança materna podem impedir a dispersão dos genes (Daniell, 1999 e Castro, 2004).

Porém, o que falar das pesquisas das agências americanas de regulamentação? A desconfiança é muito grande no que diz respeito aos resultados ambientais. Isto se deve à falta de experimentos em regiões tropicais, onde a diversidade biológica é muito maior, e, também, à ausência de resultados com lavouras de longa duração que permitam uma análise ecológica da evolução das comunidades à sua volta.

No exemplo das batatas *New Leaf*, as pesquisas da FDA referentes à proteína Bt (*Bacillus thuringiensis*), expressa nessas batatas, apontaram segurança para consumo humano. O intrigante é como tais pesquisas foram mantidas: uma vez que a batata e a proteína Bt não fazem mal à saúde, então a "mistura" das duas não faria mal. Outra questão crucial nesse exemplo é a agência não considerar a proteína heteróloga expressa na batata como um aditivo e, dessa forma, não necessitar que seja descrito em seus rótulos (Polan, 1998). Neste ponto, ao menos dois conceitos básicos são esquecidos: o consentimento do consumidor e a necessidade de pesquisas o mais apuradas possível para se apontar os malefícios e benefícios do produto antes de sua comercialização. Estas duas questões, se solucionadas, permitiriam que o consumidor fizesse sua escolha conscientemente.

Os produtos GM deverão contribuir para um aumento de 15 a 25% na produção de alimentos nos próximos anos. No entanto, esses alimentos devem passar pelas seguintes etapas, desde a manipulação dos genes até sua comercialização: disponibilização do gene; introdução do gene na planta de interesse; expressão da característica desejada; seleção; introdução no programa de melhoramento; produção de sementes e lançamento das sementes no mercado. Paralelamente, decorrem as etapas de patenteamento, biossegurança e segurança alimentar e ambiental, que podem ultrapassar sete anos (Rech, 2003).

BUSCANDO RESPOSTAS NA BIOÉTICA

A barbárie na utilização das ciências, certamente iniciada com os experimentos nazistas, se tornaram mais perigosas ao se perceber que as práticas capitalistas estavam se apoderando dos destinos da tecnologia sem qualquer preocupação metafísica,

ontológica ou religiosa. Esta autonomia ética e moral da tecnologia teria como conseqüência o aumento da concentração de renda, a exclusão social e a destruição ambiental (Alencastro e Heemann, 2005). Com isso, várias éticas surgiram, incrementando o que hoje se encontra no campo da Bioética: *reflexão ética sobre os seres vivos, incluindo o ser humano, tais como esses seres vivos se apresentam nas relações cotidianas do mundo vivido e nos contextos teóricos bem como práticos da ciência e da pesquisa* (Engel, 2004).

As éticas tradicionais, racionalista e iluminista, de bases antropológicas funcionavam em um momento cultural no qual a ação do homem se limitava à racionalidade do mesmo. Tudo o que não se relacionasse diretamente com o homem, como as ações no mundo da técnica, era visto como eticamente neutro. Além disso, tradicionalmente, as éticas se voltavam para as ações do momento atual, não se preocupando com as conseqüências futuras de um ato presente bem intencionado. Estas bases não mais correspondem à realidade da era tecnológica, que trouxe mudanças qualitativas na ação do homem. Munido deste sentimento, Hans Jonas, em seu livro *Princípios da Responsabilidade*, pensou quais as possibilidades de redefinir as condições de um pronunciamento ético (Ferreira, 2005).

O desmoronamento das éticas tradicionais já era perceptível desde o século XIX, com Marx, Darwin, Nietzsche e, posteriormente, Freud. No entanto, Jonas sistematizou a nova ética da responsabilidade. Para ele, a ação humana tecnologicamente potencializada pode alterar irreversivelmente o ambiente e, assim, o próprio ser humano. Surge, dessa forma, uma ética capaz de interagir com novas ordens de grandezas, com conseqüências futuras. Com isso, esse filósofo define que se deve agir de forma que os feitos do presente não impossibilitem a vida humana futura. E que na falta do conhecimento se faça uso da cautela (Alencastro e Heemann, 2005, e Ferreira, 2005).

Apesar dos esforços da ética da responsabilidade, a atual realidade mundial, reconhecida nas relações sociais ao redor do mundo, ainda se mostra bem representada por uma ética utilitarista, que traz respostas apenas para o provisório e imediato. Frente às questões ambientais, faz-se necessária a busca de novas propostas que revelem a dignidade das criaturas. Desse modo, a dignidade humana passa necessariamente pela dignidade da vida não humana. Faz-se necessário que o homem reconheça a necessidade do equilíbrio ecológico e seja capaz de agir eticamente na co-responsabilidade, impondo limites aos seus desejos em nome desse

equilíbrio. Deve-se estabelecer uma ética ecocêntrica, desvinculada dos mecanismos da economia de mercado e geradora de uma nova forma de relação entre as pessoas e a natureza. Assim, reconhecer-se-á que os seres são mutuamente necessários, já que os recursos são limitados, e por não ser auto-suficiente, a vida se torna frágil e vulnerável (Araújo, 2004).

Na busca específica por uma ética filosófica que se ocupe das questões ecológicas encontra-se a chamada "ecologia profunda". Esta perspectiva filosófica da ecologia não distingue o homem do ambiente, considera o planeta como uma rede de fenômenos interligados e interdependentes (Capra, 2003). Segundo Boff (apud. Susin, 2003), devemos lembrar a teoria de Gaia, que sustenta a idéia de que formamos um organismo metabolicamente ativo com o planeta. Este se alimenta dos minerais, brota nos vegetais, respira nos animais e se espiritualiza nos homens. No entanto, todas as ações aparecem nos vários níveis. Dessa forma, o cuidado tem-se tornado uma atitude crucial para a vida na terra: cuidado de conservação, de equilíbrio e de responsabilidade ambiental.

Esta filosofia realça a consciência de que a natureza se apresenta em ciclos nos quais todos estamos inseridos. Dessa forma, em um sentido mais aprofundado, a consciência ecológica alcança níveis espirituais. O pensamento sistêmico parece ser essencial para se estabelecer uma alfabetização ecológica, crucial para a manutenção da vida humana. A educação ecológica somente deve alcançar totalmente seus propósitos quando essa consciência for adquirida. Segundo Capra (2003), isto parece ser resolvido pela exposição precoce às experiências sensoriais e aos desafios cognitivos, isto é, pela efetiva realização de atividades ecológicas.

Atualmente, algo que vem inquietando certos pesquisadores é a necessidade de se criar uma visão da Bioética própria dos países em desenvolvimento, especialmente no Brasil. Já não se tolera simplesmente aceitar passivamente e sem críticas as propostas e marcos conceituais provenientes de países do Primeiro Mundo. Precisa-se adaptar a Bioética de acordo com a realidade nacional, levando em conta a fome, o abandono, a exclusão social, o racismo, etc. (Pessini e Barchifontaine, 1998, e Moser, 2004).

Resposta para essa inquietação pôde ser vislumbrada na América Latina, quando nos anos de 1970, Gustavo Gutiérrez, um indígena peruano, inicia as indagações sobre como viver em uma sociedade calamitosa e rica em exclusão social, dando origem à

chamada Teologia da Libertação. Por este caminho, se envereda também uma nova Ética, que inicialmente pretendia desafiar a consciência cristã, mas ganhou corpo de uma Ética ampla, capaz de discutir os diversos problemas da população dos menos privilegiados. A Ética da Libertação, que se firmava na criação de uma nova sociedade nos países pobres, apresentava-se diametralmente oposta à nascente Bioética americana e européia, que se preocupava com a melhoria das sociedades já existentes (Moser, 2004).

PRODUÇÃO X MEIO AMBIENTE: UM DILEMA ÉTICO?

Apesar do milagre produtivo da RV, a fome da humanidade não foi eliminada e alcançou, em nossos dias, o primeiro lugar entre as doenças que assolam a humanidade. Este fato se deve principalmente à característica pouco democrática de suas conquistas, que ficaram centradas nas nações que podiam exercer uma agricultura com altos gastos de energia e de agentes químicos. Da mesma forma, a RG que aflora em nossos tempos também chega repleta de promessas.

Segundo Moser (2004), era de se esperar que no futuro as conquistas biotecnológicas fossem beneficiar a todos. Contudo, isto não vem ocorrendo e parece estar longe de ocorrer. Este fato se deve fundamentalmente a dois pontos: o primeiro diz respeito aos interesses das nações ricas, as quais utilizam para mover *os motores da biotecnologia o mesmo combustível que move os motores dos aviões de combate*; o segundo ponto diz respeito às verdadeiras causas dos males que assolam a humanidade. Estes não se encontram no código genético, mas em várias mazelas humanas que podem ser vislumbradas nas condições perversas em que vivem dois terços da população mundial.

Para que as vantagens desta nova revolução sejam realmente utilizadas pelos países em desenvolvimento, ao contrário do que houve com a RV, devem-se seguir algumas diretrizes (Castro, 2004):

- o conhecimento voltado para culturas tropicais;
- leis próprias regulamentadoras da comercialização dos produtos;
- produção industrial de sementes;
- treinamento de recursos humanos.

O Brasil é um bom exemplo para se avaliar as esperanças depositadas na RG. O agronegócio é especialmente importante para o país, sendo, no ano de 2004, responsável por um em cada três reais nele

gerados (33% do PIB). A produção, armazenagem, logística e comercialização dos produtos agropecuários são responsáveis por 42% das exportações e 37% dos empregos. Fundamentalmente, todo o superávit primário da nação nos últimos anos se deve à agricultura (Cardoso et al., 2004). Em nosso país, o cultivo da soja transgênica, cartão de visitas da RG, foi possibilitado depois de inúmeras questões judiciais e somente solucionado por completo com a nova Lei da Biossegurança (Lei 11.101/05), que autoriza o plantio e comercialização da soja engenheirada, no entanto, vedando a comercialização da produção como semente.

Da mesma forma que sua antecessora, a RG também promete inúmeros problemas ambientais. Estes seriam referentes à biopoluição, que degradaria a diversidade do planeta, às doenças causadas por alergênicos e à possibilidade da criação de bactérias resistentes aos antibióticos atualmente utilizados. No entanto, as saídas para a biopoluição provocada pelos genes perdidos passam obrigatoriamente pela restrição das modificações à primeira geração de plantas, o que parece ser a face mais perversa dessa manipulação. O agricultor não tem mais o direito de selecionar suas sementes para plantar no ano posterior, pois essas sementes possuem gametas inviáveis, incapazes de germinar. Caso o agricultor consiga reproduzi-las e essas sejam flagradas pela empresa dona da tecnologia, o produtor será processado e condenado a pagar enormes multas. Este fato, que vem fantasiado de preocupação ecológica, na verdade permite a total dominância sobre a herança intelectual presente nessas sementes. Apenas pagando se têm novas plantas e o ciclo do patenteamento da vida se torna claro (Polan, 1998).

As questões relativas à agricultura tornaram-se bastante complexas. E, assim como ocorre no tocante à saúde humana, uma Bioética em que cada situação seja respeitada em suas propriedades e peculiaridades se faz necessária. Além disso, propostas de uma Bioética social (macrobioética), oposta àquela individual (microbioética), surgem na tentativa de trazer nova luz à discussão (Pessini e Barchifontaine, 1998). Isto ocorre principalmente em um país como o Brasil, onde 35% da população está abaixo da linha da pobreza, e as batalhas judiciais sobre o uso de sementes GM tem-se guiado mais por caminhos políticos e ideológicos do que científicos (Castro, 2004). Assim, o dilema da produção de alimentos X degradação ambiental, quando levado para discussão em realidades sociais de crescente pobreza e fome, muda de perspectiva.

A partir do ano 2000, houve um aumento significativo na produção e comercialização de plantas transgênicas nos EUA, China e Argentina, mostrando nitidamente suas motivações econômicas em reduzir custos e danos climáticos e patológicos, além de possibilitar o oferecimento de um produto com maior vida média de prateleira (Santos e Júnior, 2004). O caso da Argentina é especialmente importante para o Brasil, uma vez que houve várias denúncias de contrabando de sementes transgênicas de soja daquele país para o nosso.

O Princípio da Precaução tem sido o sustentáculo das decisões e pareceres que abordam as questões sobre plantas GM. É ponto indiscutível que, seja qual for a política nacional ou global sobre a produção de OGM, a questão mais importante para a sociedade é permitir a todos o direito de escolha, sendo os produtos GM uma alternativa a mais e nunca a única (Santos e Júnior, 2003). Isto implica não apenas informação, mas um profundo processo de conscientização da população, sendo as empresas produtoras responsáveis pelo total apoio ao cliente. Estima-se que de 70 a 100% dos alimentos processados de origem no milho, na soja e na semente de algodão contêm derivados de OGM. O Decreto nº 3.871/2001 obriga a rotulagem de OGM ou de produtos deles oriundos, desde que se detecte DNA ou proteína transgênica acima de 4%.

O relatório redigido em Londres, no ano de 2000, por diversas instituições científicas mundiais, instituiu várias precauções quanto à produção de alimentos geneticamente modificados. Dentre elas, encontram-se precauções ambientais, sociais e relativas à saúde pública definindo o uso dessas tecnologias para a produção de alimentos de primeira necessidade, no interesse de suprir, especialmente em países pobres, o mercado interno (Santos e Júnior, 2003). Contrariamente, em nosso país, a soja vem a cada ano batendo recordes de produção; contudo, tem seu consumo pouco difundido na população.

A legislação brasileira é considerada bastante avançada no tocante a estes temas. A Lei 11.105/05, de acordo com seu Art.1º, normatiza a *fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados. E seus derivados*. Tal lei firma em suas diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, acrescentado à Lei 8.974 de 1995, sua

precursora, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal. Outro ponto importante é a afirmação da observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente.

Apesar de trazer diretrizes claras sobre os OGM, o texto peca por manter, na mesma lei, a controversa mistura desse tema com o referente às células-tronco. Diferente da lei de 1995, que criava a CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança), a atual Lei continua regulando essa comissão ligada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, mas cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), dando última palavra a dez ministros ligados diretamente à Presidência da República.

CONCLUSÃO

Os avanços científicos trouxeram à sociedade benefícios, até então, inimagináveis. O desafio atual é incluir todos esses benefícios. Este fato torna-se uma realidade bastante perversa quando aplicado à agricultura. Historicamente, as tecnologias para o cultivo de plantas ficaram restritas àqueles que podiam pagar muito caro por elas, restringindo o milagre produtivo a poucos. Isto ficou mais claro a partir da RV, que impulsionou um estilo de produção somente possível aos países ricos, apenas sendo democrática na distribuição dos impactos ambientais.

O aumento da produtividade agrícola e a diminuição da fome mundial parecem não guardar nenhuma relação entre si, pois os poucos que podem usufruir as tecnologias utilizam-nas, na maioria das vezes, para produzir mercadorias de exportação e não para atender ao mercado interno. Essa problemática deixa a ética perplexa, clamando por uma Bioética ampla e que atenda à sociedade em suas peculiaridades.

Espera-se muito da atual RG e de seus produtos transgênicos. Apesar da potencial degradação ambiental que carrega consigo, a RG promete ser menos excludente. Entretanto, as promessas estão longe de serem cumpridas. Deve-se lembrar que não se pode cobrar uma postura ética da Ciência. É o homem que a cria e a utiliza e, dessa forma, não pode desvinculá-la dos resultados sociais de suas aplicações (Moser, 2004a).

Várias tecnologias são propostas na tentativa de favorecer a produção agrícola mundial, reduzindo os custos e o impacto ambiental. Estas, quando desenvolvidas com responsabilidade ambiental e epidemiológica, e oferecendo escolha esclarecida ao consumidor, com especial interesse ao consumo em países periféricos, podem ser uma saída viável para a produção mundial de alimentos.

Referências bibliográficas

- ALENCASTRO, M.; HEEMANN, A. **Hans Jonas**: uma ética para a civilização tecnológica. Disponível em <<http://www.ppgte.cefetpr.br/semanatecnologia/comunicacoes>>, acessado em 05 de maio de 2005.
- Arcadia Bioscience. **The Nitrogen Use Efficiency**. Disponível em <<http://www.arcadiabio.com>>, acessado em 13 de janeiro de 2005.
- BRASIL. Lei 8.974 – **Lei da Biossegurança**. Brasília, 5 de janeiro de 1995.
- BRASIL. Lei 11105/05 – **Lei da Biossegurança**. Brasília, 23 de abril de 2005.
- BUZZI, A.R. **Introdução ao Pensar**. O ser, o conhecimento, a linguagem. 20.ed., Vozes: Petrópolis, 1991, 260p.
- CAPRA, F. Educação. In: TRIGUEIROS, A. **Meio Ambiente no Século 21**. Sextante: Rio de Janeiro, 2003, p.19-34.
- CARDOSO, A. P.; OLIVEIRA, D.H.R.C.O; OMONTE, I.R.V.; MERCADANTE, R.S.L. Bionegócio. In: Clemente, A.P. (Org.). **Bioética**: um olhar transdisciplinar sobre os dilemas do mundo contemporâneo. O Lutador: Belo Horizonte, 2004, p.131-147.
- CASTRO, L.A.B. A strategy for Obtaining Social Benefits from the Gene Revolution. *Braz. J. Med. and Biol. Reser.*, São Paulo, 17(10), p.1429-1440, 2004.
- CLEMENTE, A.P. Biotecnologia diálogo entre bioética e biossegurança: construção de um novo paradigma. In: CLEMENTE, A.P. (Org.) **Bioética**: um olhar transdisciplinar sobre os dilemas do mundo contemporâneo. O Lutador: Belo Horizonte, 2004, p. 63-112.
- CORSON, W.H. (ed.) **Manual Global de Ecologia**. O que você pode fazer a respeito da crise do Meio Ambiente. Augustus: São Paulo, 2002, 413p.

- CULLATHER, N. **Miracles of Modernization: The Green Revolution and the Apotheosis of Technology.** Diplomatic History, Malden, 28(2), p.227-254, 2004.
- DANIELL, H. GM Crops: Public Perception and Scientific Solutions. **Trends in Plant Science**, Amsterdam, 4(12), p.467-469, 1999.
- DIPEMAR. **Tratamento de efluentes na indústria frigorífica.** Disponível em <<http://www.dipemar.com.br>>, acessado em 20 de janeiro de 2005.
- ENGEL, E.M. **O desafio das biotécnicas para a ética e a antropologia.** Veritas, Porto Alegre, 50(2), p.221, 2004.
- FERNANDES, M. S. **Balanço energético na agricultura.** UFRRJ: Itaguaí, 1978, 4p.
- FERREIRA, G. A. F. Ética e ecologia: perspectivas para uma discussão na atualidade. Disponível em <<http://ubista.ubi.pt/~comum/ferreira-gil-etica-ecologia.html>>, acessado em 05 de maio de 2005.
- MANN, C. Reseeding the Green Revolution. **Science**, Cambridge, 277, p.1038-1043, 1997.
- MOSER, A. **Biotecnologia e bioética.** Para onde vamos? Vozes: Petrópolis, 2004, 453p.
- MOSER, A. (a) **Teologia Moral.** Questões Vitais. Vozes: Petrópolis, 2004, 180p.
- PESSINI, L. e BARCHIFONTAINE, C. P. Bioética: do Princípio à Busca de uma Perspectiva Latino-Americana. In: Costa, S.I.F.; Garrafa, V. e Oselka, G. (Org.). **Iniciação à bioética.** CFM: Brasília, 1998, p.81-98.
- POLAN, M. Brincando de Deus na Horta. **The New York Times Sunday Magazine**, New York, 25 de outubro de 1998, p.13.
- PONS, M. A. **História da Agricultura.** Maneco: Caxias do Sul 1998; 240p.
- PRADELLA, J.G.C.; OLIVEIRA, M.S.; URENHA, L. C. Produção de Inoculantes Agrícolas. In: LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. (Coord.). **Biotechnology Industrial.** Edgard Blücher: São Paulo, 2001, 3: p.279-305.
- RECH, E.L. **Sustentabilidade, crescimento econômico e plantas transgênicas.** In: Anais do 5º Congresso de agribusiness. Segurança Alimentar, SNA: Rio de Janeiro, 2003, p.187-189.
- RODRIGUES, F de S.; GARRIDO, R.G. Fluxo Sazonal de NO₃ no Trópico Úmido. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garças, Ano IV, n. 08, p.01-09, 2005.
- SANTOS, P.M.; JÚNIOR, M.T.S. Desenvolvimento de Plantas Transgênicas. In: VALLE, S.; TELLES, J.L. (Org.). **Bioética, Biorrisco: Abordagem Transdisciplinar.** Interciência: Rio de Janeiro, 2003; p. 3-30.
- SUSIN, L.C. A Criação de Deus. Coleção Teologia Sistemática, 5. **Deus e Criação.** Siquem:Valencia; Paulinas:São Paulo, 2003, p.18-19.

Dados dos autores

Rodrigo Grazinoli Garrido é biomédico, especialista em Bioética, mestre em Ciências Farmacêuticas e doutorando em Agronomia, na área de Ciência do Solo.

Fabiola de Sampaio Rodrigues Grazinoli Garrido, bióloga, mestre em Agronomia, na área de Ciência do Solo, é professora de Bioquímica do Instituto Multidisciplinar em Saúde da UFBA.

Equipes Globais: O Caso de uma Empresa de *Joint-Venture* Internacional

Viviane Carvalho Bejarano
Luiz Alberto Pilatti
Antonella Carvalho de Oliveira

RESUMO: O presente estudo analisa as variáveis que podem comprometer o desempenho das equipes de trabalho, utilizando como unidade de análise a experiência de uma equipe global estruturada para estabelecer uma empresa de distribuição têxtil nos Estados Unidos. A pesquisa foi realizada em uma empresa de *joint-venture* formada por investidores de empresas estabelecidas da Venezuela, Argentina, Hong-Kong e Estados Unidos, com sede administrativa em Miami, Flórida. Utilizaram-se como instrumentos para coleta de dados: observação participante, análise documental, entrevistas semi-estruturadas e questionários com os membros do time global. Este estudo sugere que o trabalho em equipe pode ser comprometido pela perda de foco ou falta de um objetivo, falta de complementação das habilidades pessoais dos membros da equipe, tendência à concentração nos interesses individuais, falta de confiança ou entendimento entre os membros da equipe, tomada de decisões unilaterais e falta de comunicação ou comunicação inadequada, principalmente.

Palavras-chave: Equipes globais; Equipes de trabalho; Comunicação virtual; *Joint-venture*.

ABSTRACT: This study analyzes the variables that can compromise the performance of work teams, using the experience of a global team structured to establish a textile distribution company in the United States as a unit of analysis. The research was carried through in a *joint-venture* company formed by investors from Venezuela, Argentina, Hong-Kong and the United States, with administrative headquarters in Miami. Instruments for data collection were: participant observation, documental analysis, interviews and questionnaires with the members of the global teams. This study suggests that team work can be compromised by: loss of focus or lack of objective; lack of complementation in the personal abilities of the members of the team; tendency of team members to concentrate in individual interests; lack of trust or agreement amongst members of the team; prevalence of unilateral decisions and inadequate communication, mainly.

Keywords: Global teams; Work teams; Virtual communication; *Joint-venture*.

INTRODUÇÃO

Os investimentos percorrem um mundo sem fronteiras: os japoneses têm investimentos em mais de 1.500 fábricas americanas; a coreana Samsung investiu milhões em uma fábrica na Inglaterra; a famosa *Harrods* britânica é de propriedade de egípcios; empresas automobilísticas norte-americanas usam peças fabricadas no Brasil, México e Japão, e a indústria têxtil mundial emprega milhões de pessoas na China, Filipinas, Bangladesh e outros países onde a mão-de-obra barata possibilita a produção a custos reduzidos (Schermerhorn *et al.*, 1998). Num contexto em que dominar o mercado nacional não é suficiente para manter a competitividade das grandes empresas, as equipes globais surgem para possibilitar a expansão de negócios através da reunião de recursos, experiência e habilidades de pessoas dispersas geograficamente, auxiliadas pelos avanços recentes das tecnologias de comunicação.

A reunião de recursos, experiência profissional e conhecimento de membros ou times locais, quando estruturada, pode ainda conferir ao time global a qualidade de "termômetro" das tendências do mundo globalizado e guiar mudanças e inovações na empresa. Entretanto, e apesar das muitas potencialidades que as equipes de trabalho oferecem, a análise da literatura disponível sobre o tópico revela que muitos obstáculos devem ser superados antes que um grupo de pessoas se torne, efetivamente, uma equipe de trabalho. Membros de equipes globais, além de reconhecerem e superarem os desafios comuns a todas as equipes de trabalho para poderem adequadamente compartilhar informações mutuamente valiosas, também dependem da comunicação virtual, que tem algumas peculiaridades a serem consideradas neste estudo.

O objetivo deste estudo é analisar as variáveis que podem comprometer o

desempenho das equipes de trabalho, usando como unidade de análise a experiência de uma equipe global estruturada para estabelecer uma empresa de distribuição têxtil nos Estados Unidos.

O estudo de caso foi realizado na empresa de *joint-venture* formada por investidores de empresas estabelecidas da Venezuela, Argentina, Hong-Kong e Estados Unidos, com sede administrativa em Miami, Flórida.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em uma *joint-venture* de distribuição têxtil, formada nos Estados Unidos por investidores da Venezuela, Argentina, Hong-Kong e EUA, com sede administrativa em Miami, Flórida. A equipe de trabalho global, encarregada da empresa, foi composta pelos quatro executivos-proprietários das empresas dos países citados e dois executivos contratados nos Estados Unidos (o CEO – *Chief Executive Officer* – e o CFO – *Chief Financial Officer*).

Utilizaram-se como instrumentos para coleta de dados: I) observação participante; II) análise documental de arquivos da empresa; e III) entrevistas semi-estruturadas e questionários com o ex-CEO, o ex-CFO e os quatro membros do Conselho Diretivo. A coleta dos dados foi realizada em duas etapas: a observação participante e análise documental se deram ao longo de 20 meses, tempo em que o centro de distribuição operou em território norte-americano (entre 2001 e 2002). Numa segunda etapa, foram conduzidas as entrevistas e aplicados os questionários. A combinação destes diferentes instrumentos de pesquisa, denominada por Triviños (1995, p.138) de "*técnica da triangulação*", objetiva *abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do foco em estudo*. Todos os seis membros da equipe participaram da entrevista semi-estruturada e responderam a um questionário com 26 perguntas (15 sobre equipes de trabalho e 11 sobre comunicação virtual).

Em função do estudo de caso ter sido feito com base em uma experiência fracassada de implementação de uma equipe de trabalho global, os autores mantiveram em sigilo o nome da empresa de

joint-venture e os nomes dos executivos envolvidos no projeto.

A pesquisa classifica-se como: indutiva, em função do método, qualitativa, em função do objetivo proposto, e como um estudo de caso, em função dos procedimentos técnicos adotados.

O CASO DA EMPRESA DE *JOINT-VENTURE* – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A *joint-venture* foi formada para organizar e expandir mundialmente a distribuição de uma marca de roupas de uma empresa argentina, líder no mercado daquele país. A localização da empresa recém-formada, Miami, era estratégica e alinhada com o objetivo de distribuir a marca para os Estados Unidos, Europa, México e alguns países da América Central e do Sul. Todos os sócios eram experientes e bem-sucedidos em seus países. A idéia para a distribuição mundial havia sido estudada durante vários anos pelos sócios-proprietários principais: o dono da empresa argentina, criadora e fabricante da marca (campeã de vendas de jeans no mercado nacional), e o dono de uma rede de lojas de departamentos na Venezuela, que era também o principal importador da marca naquele país.

A idéia do centro de distribuição surgiu devido à grande aceitação da marca na Venezuela e ao sucesso que faziam as três lojas da marca em Miami (de propriedade do sócio argentino), gerando inclusive pedidos de outras empresas, locais e internacionais, para distribuição do produto. O investidor venezuelano já operava um depósito e escritório em Miami (para distribuição, nos Estados Unidos e América Latina, de artigos para casa e eletrodomésticos, fabricados na China e Hong-Kong). Os outros dois sócios-proprietários eram um fabricante de roupas de Hong-Kong (sócio do investidor venezuelano em outra *joint-venture*) e o dono de uma cadeia de lojas de roupas nos Estados Unidos (com interesse na distribuição da marca).

A figura 1 ilustra a organização da equipe global:

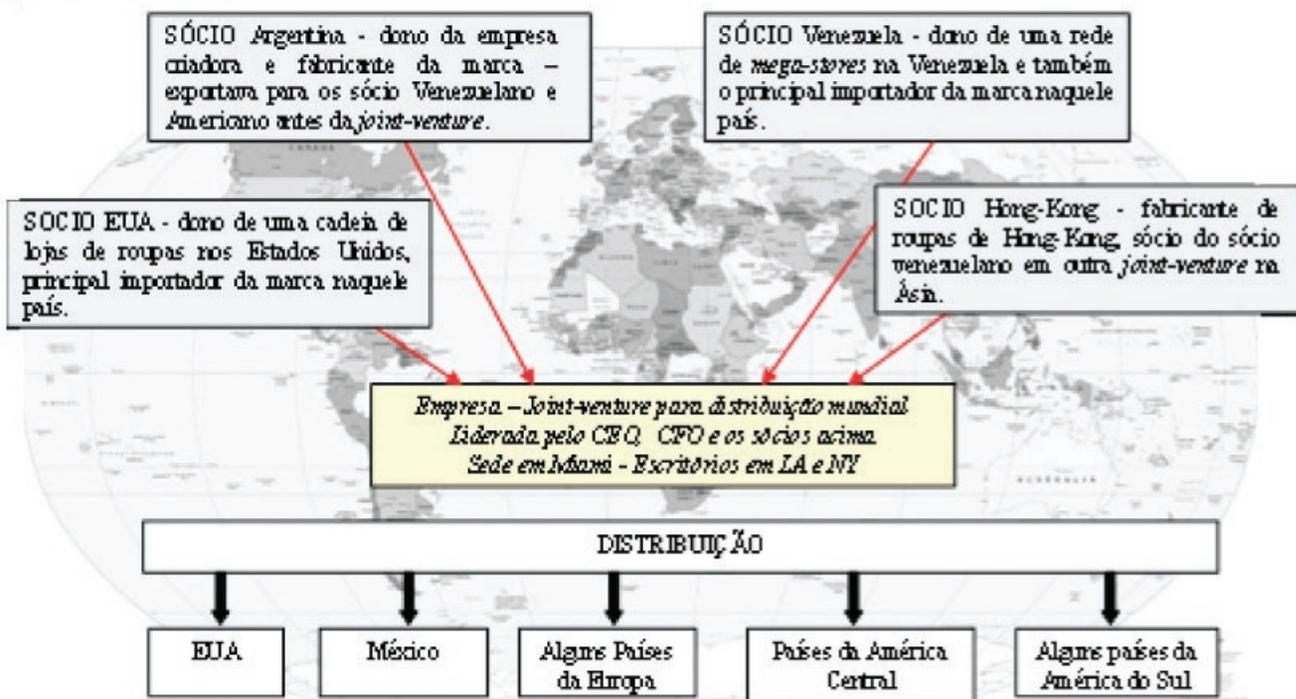


Figura 1
Organização da equipe global da empresa de *joint-venture*
Fonte: Os autores

A empresa recém-criada iniciou operações com apenas seis funcionários e 15 possíveis clientes nos Estados Unidos (donos de lojas em shopping centers), alugando uma parte do depósito e escritórios do sócio venezuelano em Miami. O CEO contratado da nova empresa, um executivo com mais de 20 anos de experiência no mercado americano e internacional, havia estado à frente de empresas bem sucedidas na indústria têxtil. Com o apoio dos sócios, o CEO contratou o CFO e demais funcionários e investiu em campanhas agressivas de publicidade: participação nas maiores feiras de moda nos Estados Unidos, Europa e América Latina; anúncios da marca em grandes revistas de moda; apoio de artistas (incluindo celebridades como Britney Spears e Jennifer Lopez) que se enquadravam no *look* jovem das roupas sensuais e jeans *super-low cut* da marca; e a contratação de modelos profissionais para desfilar a marca em grandes eventos *fashion* nos Estados Unidos, França, Espanha e México. Investiu também na rápida expansão da empresa em nível nacional e internacional.

Em apenas seis meses de operações, a empresa havia aberto escritórios e *showrooms* em Los Angeles e Nova Iorque, contava com 65 funcionários, incluindo uma forte equipe de vendas, mais de 200 clientes nacionais (donos de lojas de roupas femininas) e 12 clientes internacionais (distribuidores ou atacadistas) na França, Inglaterra, Espanha, Rússia, Líbano, Canadá, México, Colômbia e alguns países da América Central. A aceitação do mercado não havia de modo algum desapontado e a empresa prosperava: a marca começava a se estabelecer no mercado americano (estratégico para o mercado internacional) como uma marca cara mesmo para os padrões norte-americanos, todos os jeans custando no varejo entre US\$90 e US\$150, alguns vestidos mais de US\$300.

Entretanto, menos de dois anos depois de haver iniciado operações, a empresa de *joint-venture* foi dissolvida, e os planos de distribuição mundial abandonados.

RESULTADOS

As entrevistas

Trechos das respostas dos entrevistados estão organizados a seguir, de modo a ilustrar, cronologicamente, os acontecimentos.

Segundo o ex-CFO: ... *A indústria têxtil mundial segue as estações: o que estará nas lojas no verão deste ano foi desenhado, cortado, costurado e vendido para as lojas ou distribuidores antes do final do inverno, especialmente se necessita ser exportado, o que, entre empacotamento, transporte e trâmites alfandegários, pode levar meses... as duas primeiras entregas de mercadoria foram, em termos numéricos, bem inferiores à terceira, e transcorreram sem maiores problemas, pois a maioria dos varejistas americanos e dos atacadistas internacionais adquiriu quantidades relativamente pequenas que a produção argentina não teve problemas em suprir... já a terceira entrega foi diferente, e a equipe decidiu contratar a empresa do sócio de Hong-Kong para a produção do excedente previsto... contabilizados os pedidos, ficou determinado que metade da produção – pois seria necessário o dobro da segunda produção para suprir a demanda do terceiro pedido – seria feita em Hong-Kong. Meses depois, quando as entregas foram efetivadas, o CEO recebeu um telefonema de um distribuidor, nosso maior cliente, e deste momento em diante, todas as falhas começaram a ficar evidentes...*

O ex-CEO recorda o telefonema do distribuidor: *Metade da mercadoria dele havia sido manufaturada na Argentina, a outra em Hong-Kong. Apesar de a empresa argentina haver enviado um representante com protótipos e especificações da marca para Hong-Kong, a mercadoria produzida era de qualidade inferior, os tamanhos não eram idênticos, por exemplo: dois tamanhos "42" não eram do mesmo tamanho, os tecidos de jeans que deveriam ser iguais eram diferentes e havia-se perdido o visual artesanal característico da marca. O distribuidor desejava devolver imediatamente a porção fabricada em Hong-Kong...*

Seguiram-se outros telefonemas. O distribuidor do México cancelou o pedido, pois a empresa de Hong-Kong havia substituído o couro sintético por couro natural em certo modelo, o que

fez com que toda a mercadoria ficasse detida na alfândega (o México tem leis estritas quanto à importação de couro). Não havia como reproduzir, transportar e entregar novos pedidos antes de terminadas as estações em cada país.

O sócio venezuelano procurou evitar a perda de metade da produção, autorizando o CFO a oferecer descontos aos clientes que desejavam devolver a porção fabricada em Hong-Kong. Ele relembra assim o acontecido: *Os gastos com o transporte das devoluções, sem garantias de poder vender a mercadoria, justificam a decisão... Não era possível manter o preço estabelecido antes do imbroglío. Infelizmente, não apenas uma parte da produção se perdeu, mas todo o trabalho e o investimento em uma imagem, desenvolvida em anos, foram abalados em pouco mais de duas semanas...*

Das entrevistas com a equipe, verifica-se que o impulso inicial de todos os envolvidos foi responsabilizar o sócio-proprietário de Hong-Kong. O sócio argentino desde o início havia sido contra a subcontratação de uma empresa fora da Argentina para fabricar a marca: *Criei uma marca de sucesso supervisionando de perto a produção e temia justamente o que aconteceu, ou seja, a alteração da qualidade... Cedi por pressão do grupo e porque não podia suprir a demanda quando foram duplicados os pedidos...*

Quando perguntado sobre a qualidade do produto entregue, o sócio de Hong-Kong ofereceu a seguinte resposta: *Tivemos problemas porque a Argentina tardou em enviar o representante com os protótipos e as especificações... temos vários e-mails, enviados a todos os outros sócios, sobre a urgência de receber os protótipos e um representante da fábrica argentina para supervisionar a produção na fábrica de Hong-Kong... apesar de termos feito esta solicitação muitos meses antes, tanto os protótipos quanto o representante desembarcaram em Hong-Kong duas semanas antes da data prevista para o desembarque da mercadoria – era demasiado tarde para a produção com os níveis de qualidade exigidos. Também enviamos e-mails a todos, anunciando a dificuldade de encontrar o couro sintético usado em um dos modelos. Sem resposta e com pouco tempo para agir, julgamos que tanto visualmente quanto logisticamente a alternativa mais*

aceitável era um couro natural – o único que poderia ser entregue em tempo para a produção...

Dois dos outros sócios autorizaram a mudança, mas não enviaram cópia do e-mail a todos os membros do time – somente ao sócio de Hong-Kong. O CEO, que já havia vivido no México e conhecia as leis locais que restringem a entrada de couro natural no país, não recebeu cópia do e-mail. O sócio argentino negou haver recebido qualquer e-mail sobre a questão do couro natural versus couro sintético.

A decisão do sócio venezuelano, de dar descontos para que os distribuidores não devolvessem a mercadoria, causou grande desconforto ao sócio de Hong-Kong (que para evitar que sua produção fosse devolvida teve que diminuir também seu preço) e ao sócio argentino: *a mercadoria produzida em Hong-Kong foi distribuída a preços reduzidos em vários países, inclusive EUA... nós não podíamos dar o mesmo desconto na mercadoria produzida na Argentina... como iríamos explicar que a mesma marca custe um preço x para um distribuidor e metade de x para outro? Seria difícil esconder e impossível justificar...*

Havia mais motivos para desconfiança: o sócio venezuelano era também distribuidor da marca na Venezuela e o sócio americano distribuidor nos EUA – ambos se beneficiaram dos descontos, justificando que era melhor vender a preços reduzidos do que não vender.

Nos meses subseqüentes a empresa não recuperou as vendas e os sócios começaram a questionar a competência profissional do CEO, como ele recorda: *Fomos obrigados a reduzir gastos, demitir funcionários, eliminar o orçamento para publicidade e fechar os showrooms e escritórios de Los Angeles e Nova Iorque. A hostilidade entre os membros da equipe cresceu, as comunicações passaram a ser abertamente acusatórias... não havia mais nada que eu pudesse fazer...*

O CEO se retirou em junho de 2002. Em novembro do mesmo ano, um ano e oito meses depois de haver-se instalado nos EUA, a empresa fechou o escritório de Miami, encerrando o projeto de distribuição mundial.

Questionário sobre as percepções do grupo quanto à equipe global

O questionário continha 26 perguntas (15 sobre equipes de trabalho e 11 sobre comunicação virtual) fechadas, de respostas SIM ou NÃO.

Os seis membros da equipe responderam SIM, unanimemente, às seguintes perguntas:

Sobre equipes de trabalho:

- A equipe tinha um objetivo claro, bem definido?
- Você estava comprometido com este objetivo?
- Você acredita que existia, no período de formação da equipe, a confiança necessária entre os membros?
- Seus pares tomaram decisões unilaterais?

Sobre comunicação virtual:

- A equipe utilizou comunicação virtual como principal meio de interação?
- A equipe adotou medidas para compensar as diferenças de horário entre os países envolvidos?
- Você estava treinado na utilização das tecnologias disponíveis?
- Foram incluídas interações presenciais para discutir prioridades e estabelecer metas e prazos, administrar recursos, e resolver conflitos entre membros?

Os seis membros do time responderam NÃO, unanimemente, às seguintes perguntas:

Sobre equipes de trabalho:

- Houve um processo seletivo para participação na equipe?
- Ao longo do projeto, os outros membros estiveram comprometidos com o objetivo da equipe?
- Ao longo do projeto, a equipe trabalhou unida?
- A equipe desenvolveu tarefas em grupo mais da metade do tempo?
- Durante o projeto, os outros membros da equipe mantiveram o foco no objetivo?
- Você acredita que no decorrer do projeto existiu a confiança necessária entre os membros?

- Você acredita que seus pares priorizaram os objetivos coletivos?
- A comunicação entre os membros da equipe foi adequada?

Sobre a comunicação virtual:

- A equipe estabeleceu protocolos ou regras para uso e envio de material?
- A equipe estabeleceu códigos de conduta quanto ao uso da comunicação eletrônica?
- A equipe estabeleceu uso de um calendário comum ou agenda comum?

O gráfico 1 sumariza as respostas nas quais os entrevistados divergiram. Os sócios-proprietários estão identificados pela primeira letra do seu país de origem (ou seja, V=Venezuela, A=Argentina, H=Hong-Kong e E=Estados Unidos). O CEO e CFO estão identificados por seus cargos, como no resto deste artigo:

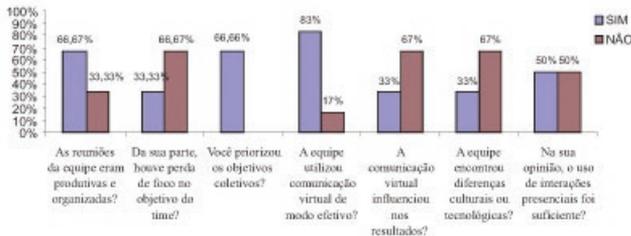


Gráfico 1
Respostas divergentes dos membros da equipe
Fonte: Pesquisa de campo

Os sócios da Venezuela e da Argentina não responderam à pergunta: Da sua parte, você acredita que houve priorização dos objetivos coletivos sobre os objetivos individuais? – razão pela qual a soma das porcentagens da terceira pergunta não é 100%.

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Implícito no objetivo deste artigo está o entendimento do que é uma equipe de trabalho. Como nota Drucker (2001), a expressão "formação de equipes" tornou-se um clichê comum nas empresas, o que não quer dizer que se tenha uma clara visão do que seja ou de como formar uma equipe. Moscovici (1998) também ressalta que embora o termo seja comum, a ocorrência de verdadeiras equipes é rara. Katzenbach e Smith

(2001) estudaram centenas de equipes para desenvolver uma definição (usada como referência pela quase totalidade dos trabalhos sobre o tema): equipe é um grupo de pessoas com aptidões complementares, comprometidas com um objetivo comum, que realizam trabalho interdependente e são coletivamente responsáveis pelos resultados.

Em termos gerais, os itens apontados na literatura como essenciais em uma equipe pareciam presentes no caso estudado: um objetivo comum claro (operar com sucesso um centro mundial de distribuição); aptidões complementares dos membros, cada qual com *expertise* em diversas áreas; trabalho interdependente que havia sido realizado durante meses para a implementação da *joint-venture*; autonomia – apontada por Kirkman e Rosen (2000) como sendo diretamente associada ao sucesso das equipes – para tomar decisões, definir como o time seria administrado e estabelecer regras. Nas fases iniciais da empresa, pode-se dizer que os membros formaram não apenas uma equipe global, mas uma equipe global de alto desempenho que colocou um produto novo num mercado bastante competitivo como é o mercado americano – em apenas seis meses.

Entretanto, a pesquisa sugere que, em algum ponto durante o andamento do projeto, conflitos de interesse preponderaram e os membros começaram a ver seus interesses pessoais, ou de suas empresas locais, ameaçados. A equipe se afastou e os membros passaram a priorizar seus interesses individuais. A falta de dedicação e unidade e o aparente conflito entre os objetivos individuais e os objetivos da equipe, citados por Larson e La Fasto (1989), Katzenbach e Smith (2001) e Moscovici (1998) como o maior empecilho para o sucesso de um time, são evidentes tanto no resultado das entrevistas quanto nos questionários.

É interessante notar que todos os membros da equipe acreditavam estar comprometidos com os objetivos do grupo, porém nenhum acreditava que seus pares estivessem igualmente comprometidos. Apenas dois membros admitiram haver perdido o foco no objetivo do time durante o projeto, mas todos acreditavam que seus colegas haviam perdido o foco, que a equipe não havia trabalhado unida, e que durante o projeto a confiança inicial entre os membros diminuiu – os membros do time passaram a

desconfiar uns dos outros em relação ao comprometimento com o objetivo coletivo. Katzenbach e Smith (2001) notam que a confiança é imprescindível ao sucesso de uma equipe, para que a liderança possa ser compartilhada de acordo às demandas externas. Aparentemente, a liderança não foi compartilhada no caso estudado – para proteger seus interesses, os membros passaram a medir forças e a tomar decisões unilaterais, o que terminou por desestruturar a equipe.

Na equipe estudada, assim como na maior parte das equipes de trabalho, não houve uma "seleção", e a equipe foi composta por disponibilidade. Segundo Belbin (1993) e Keen (2003), a pior maneira para seleção de uma equipe é justamente por disponibilidade, pois freqüentemente os candidatos imediatamente disponíveis não são a melhor opção. Assim como Katzenbach e Smith (2001) e Moscovici (1998), Belbin (1993) também aponta para a necessidade de habilidades complementares para que ocorra sinergia na equipe – o que exige um processo seletivo que vise à complementação destas habilidades. Belbin (1993), entretanto, fala de complementação de habilidades – não necessariamente técnicas ou profissionais mas, principalmente, pessoais ou de personalidades – como fator determinante no sucesso das equipes. Segundo o autor, as equipes devem ser estruturadas levando em consideração os perfis ou tendências pessoais e a personalidade dos indivíduos – uma equipe de líderes não pode progredir, pois onde todos queiram liderar, a administração de conflitos ocupará a maior parte do tempo disponível.

Belbin (1993) notou que muitas equipes formadas inteiramente por pessoas de alta capacidade analítica e mental se desempenham muito aquém do seu potencial, e descobriu nessas equipes certos vícios de operação que se assemelham aos encontrados neste estudo de caso:

- Gasto de tempo excessivo em debate destrutivo;
- Dificuldades em tomar decisões e pouca coerência nas decisões tomadas;
- Muitas tarefas importantes e necessárias foram omitidas ou negligenciadas;
- Os membros se mantiveram fiéis às suas linhas de atuação.

Além das dificuldades discutidas acima, os resultados sugerem que a equipe global também

enfrentou algumas dificuldades impostas pela comunicação virtual – comunicação efetivada através de e-mail, telefone, vídeos-conferência ou outras tecnologias que possibilitam a comunicação de pessoas distantes geograficamente. Apesar de que quatro dos seis membros declararam que as reuniões da equipe eram produtivas e organizadas, todos concordaram que a comunicação, de modo geral, havia sido inadequada.

Segundo Grundy (2000), um dos maiores problemas da comunicação virtual é o distanciamento físico, que pode minar a confiança mútua, pois as pessoas tendem a desconfiar de quem não conhecem ou quando estão distantes. Jarvenpaa e Leidner (1998) também notaram que a proximidade física aumenta o reconhecimento de valores similares e diminui a possibilidade de mal-entendidos. Nas comunicações via *e-mail*, pequenas ambigüidades podem preponderar, as pessoas podem ignorar com facilidade mensagens enviadas, imaginar o que não foi dito, ou dar interpretações às mensagens escritas que são essencialmente diferentes da pretendida pelo remetente.

Expertos no uso de equipes globais, como a gigante General Electrics, a GE, entendem a necessidade de preencher as lacunas possibilitadas pelo distanciamento com reuniões prolongadas aos locais de projeto, telefonemas regulares, e-mails e vídeo conferências (Kanter, Kao & Wiersema, 1998).

Bing e Laroche (2002) recomendam às equipes globais o exercício de sensibilidade quanto a diferenças de horário, cultura e tecnologia, que podem afetar a comunicação. Os sócios-proprietários não acreditaram que estas diferenças tenham afetado a equipe. Já o CEO e CFO responderam que sim – provavelmente porque eram eles os envolvidos com a organização de teleconferências e distribuição de informação. O estudo sugere que a equipe poderia haver-se beneficiado de algumas práticas de trabalho que compensam a falta de interação pessoal (Polzer, 2004):

- Estabelecimento de códigos de conduta, incluindo prazos máximos para respostas às mensagens eletrônicas e telefonemas;
- Uso de um calendário comum e de uma agenda de trabalho comum;
- Sempre que possível, incluir interações presenciais para discutir prioridades e

estabelecer metas e prazos, administrar recursos, e resolver conflitos entre membros.

Um exemplo de falta de estabelecimento de um código de conduta quanto às mensagens eletrônicas foram os *e-mails* não respondidos do sócio de Hong-Kong. O uso de calendário e agenda comuns poderia também haver sido útil.

CONCLUSÃO

Além de cometer erros operacionais que fogem ao objetivo deste trabalho analisar, a equipe não conseguiu priorizar o objetivo coletivo, perdeu o foco e ficou restrita à resolução de problemas superficiais, sabotando seu potencial como equipe. Para proteger interesses pessoais, os membros passaram a medir forças e a tomar decisões unilaterais, o que resultou no fracasso do projeto. A falta de complementação de habilidades pessoais – todos os componentes da equipe eram "líderes" – pode ser uma explicação alternativa para o insucesso.

Os membros da equipe sabiam que os conflitos de interesse existiam, mas evitaram o conflito direto e utilizaram a comunicação virtual como escudo. Poderiam haver se reunido pessoalmente mais vezes, mas não o fizeram nunca para discutir a crescente desconfiança que se instalava entre eles. Os problemas na comunicação, exacerbados por pequenas falhas no uso da comunicação virtual, ficaram evidentes na pesquisa. A última tentativa de manter o time coeso, unido, havia sido forçar a demissão do CEO. Demiti-lo, porém, não resolveu o problema. As falhas na comunicação e a incapacidade de enfrentar os problemas reais, o clima de desconfiança e a dificuldade de obter informações de cada membro da equipe tornaram impossível a manutenção do foco no objetivo comum e a administração da equipe global.

Em novembro de 2002, apenas um ano e oito meses depois de haver-se instalado nos EUA, a empresa fechou o escritório de Miami, encerrando o projeto de distribuição mundial.

Referências bibliográficas

- BELBIN, R. M. **Team roles at work**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993.
- BING, C.; LAROCHE, L. Communication technologies for global teams. **OD Practitioner**, v. 34, n. 2, 2002.
- DRUCKER, P.F. **Administrando em tempos de grandes mudanças**. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2001.
- GRUNDY, J. **Trust in virtual teams: a knowledge ability white paper**. Aug. 2000. Disponível em: <<http://www.knowab.co.uk/wbwtrust.pdf>> Acesso em: 05 mar. 2007.
- JARVENPAA, S. L.; LEIDNER, D. Communication and Trust in Global Virtual Teams. **Journal of Computer Mediated Communication**, v. 4, n. 3, 1998. Disponível em: <<http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue4/jarvenpaa.html>> Acesso em: 15 mar. 2007.
- KANTER, R. M.; KAO, J.; WIERSEMA, F. **Inovação: Pensamento Inovador na 3M, DuPont, GE, Pfizer e Rubbermaid**. São Paulo: Negócio, 1998.
- KATZENBACH, J. R.; SMITH, D. K. **Equipes de alta performance: conceitos, princípios e técnicas para potencializar o desempenho das equipes**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- KEEN, T. **Creating effective & successful teams**. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press, 2003.
- KIRKMAN, B. L.; ROSEN, B. Powering up teams. **Organizational Dynamics**, v. 28, n. 3, p. 48-66, 2000.
- LARSON, C. E.; LAFASTO, F. M. J. **Team work**. Newbury Park, California: Sage Publications, 1989.
- MOSCOVICI, F. **Equipes dão certo**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.
- POLZER, J. T. **Creating Teams with an edge**. Boston: Harvard Business School Press, 2004.
- SCHERMERHORN, J. R. et al. **Basic organizational behavior**. New York: John Wiley & Sons, Inc. New York, 1998.
- TRIVIÑOS, A. N. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

Dados dos autores

Viviane Carvalho Bejarano (vivbe@hotmail.com). Mestre. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – (UTFPR) Campus Ponta Grossa .

Luiz Alberto Pilatti (lapilatti@utfpr.edu.br). Doutor. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Ponta Grossa. Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP); Diretor do Campus Ponta Grossa da UTFPR.

Antonella Carvalho de Oliveira (antonellacarvalho@terra.com.br). Mestre. Professora da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Exportação de Algodão: Qual o Melhor Caminho? O Caso Brisot de Marco

Katia Alves Ramalho Herzogenrath
Benjamim Cristobal Mardine Acuña

RESUMO: O agronegócio passa por período de crise e retração no Brasil. Neste cenário, a busca por eficiência e redução de custos ganha importância. A logística é uma das atividades mais importantes e dispendiosas de todo o processo, com uma grande influência dos modais de transporte principalmente para as empresas exportadoras, já que estas são grandes concentradores de gastos, demandando maiores cuidados e estudos criteriosos para alcançar a máxima eficácia. Visando identificar os custos de transporte rodoviário para a exportação do algodão em pluma através dos dois portos utilizados para o escoamento da produção do Centro-Oeste – o Porto de Paranaguá (PR) e o de Santos (SP) – e ainda no intuito de traçar um paralelo entre ambos, o trabalho efetuou um estudo de caso no Grupo Brisot De Marco, empresa de médio porte localizada no interior do Estado de Mato Grosso, por meio de pesquisa descritiva com análise documental dos dados referentes a exportação do algodão em pluma na safra 2004/2005, no período de 25 de julho de 2005 a 19 de fevereiro de 2006.

Palavras-Chave: Logística; Algodão; Exportação; Transporte; Custo.

ABSTRACT: Brazilian agribusiness is going through a crisis and retraction period. In this scenery, interest for efficiency and cost reduction grows up. Logistics is one of the most important and expensive activities of the entire process, being mostly influenced by the transport modals, especially for the export companies, in which transport represents a big amount of the expenses, demanding the need for more careful and sensible studies for the maximum efficacy. Trying to identify the highway transport network costs for the exportation of plume cotton by the two ports used to drain the production of the mid-west region: Paranaguá Port (PR) and Santos Port (SP), to draw a parallel between both, this paper was a case study in Brisot de Marco Group, a middle size organization, located in the state of Mato Grosso, by descriptive research with documental analysis of the plume cotton exportation data of 2004/2005's production, period from July 25th of 2005 to February 19th of 2006.

Key-Words: Logistics; Cotton; Exportation; Transport; Costs.

INTRODUÇÃO

Apesar da retração do mercado interno e da crise do agronegócio no ano de 2003, o ano de 2004 ficará marcado pelo bom desempenho do comércio exterior, que favoreceu a balança comercial do País e foi um dos responsáveis pelo crescimento do PIB brasileiro. A desvalorização do dólar frente ao real e uma acentuada desaceleração no crescimento da economia mundial desenhavam um cenário pessimista para 2005. No entanto, a Organização Mundial do Comércio (OMC) confirmou, em 3 de março de 2005, a decisão favorável ao Brasil no fim dos subsídios norte-americanos aos produtores de algodão a partir de 1º de agosto de 2006, o que representou um marco na negociação agrícola. Com o fim desses subsídios, a previsão era de que as vendas externas anuais poderiam crescer em até 20%, mas o impacto da decisão no País só será percebido a partir da safra de 2006 (Vencato *et. al.*, 2005).

De acordo com as previsões da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Brasil deverá

exportar cerca de 400 mil toneladas de algodão em pluma na safra de 2005/2006, comparados a 331,04 mil toneladas no período 2004/2005. Atualmente o Brasil é o quarto exportador mundial, atrás de Estados Unidos, Usbequistão e Austrália (Reetz *et. al.*, 2006).

Embora o mercado externo apresente essa perspectiva de alta para o algodão brasileiro, os problemas logísticos do País afetam sobremaneira o desempenho e a qualidade, aumentando os custos inerentes ao processo de exportação. Um dos maiores problemas é o dos portos. Praticamente toda a produção do Centro-Oeste, principalmente de Mato Grosso, é escoada pelos portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP). Isso traz congestionamento nos portos, e não é de contêineres, mas uma sobrecarga no sistema viário de acesso a esses portos (Negri, 2005).

Dentre os serviços logísticos que as empresas operam, este trabalho direciona seu enfoque central em transporte. São diversos os fatores que impactam no custo no transporte. Como

quantificar estes custos quanto à agilidade e segurança em relação à opção de escoamento pelos portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP)? O presente trabalho foi realizado no Grupo Brisot De Marco – Mato Grosso, com o objetivo de estabelecer um comparativo entre os fatores envolvidos no custo do transporte rodoviário para o escoamento do algodão em pluma até estes portos, com base nos dados da safra de 2005.

LOGÍSTICA

Com o aumento da competitividade existente entre as empresas no cenário atual, aumentou-se a busca pela solução de problemas como o da distância geográfica entre centro produtor e centro de consumo, e a necessidade do controle e redução dos custos e dos desperdícios inerentes principalmente ao processo de transporte. Por isso, o termo *logística* vem sendo muito utilizado, porém em uma concepção errada, visto que a maioria entende a logística como se fosse apenas o transporte final na distribuição de produtos em grandes centros urbanos. Na verdade, a logística é um modo de gestão que cuida especialmente da movimentação, nos diversos segmentos dentro de toda a cadeia produtiva de qualquer produto, inclusive nas diferentes cadeias produtivas do agronegócio (Araújo, 2003).

Lavratti (2004 *apud* Melo; Collossi, 2004, p. 270) considera, na gestão universitária, que logística é a parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla de forma eficiente e efetiva o fluxo e a armazenagem, avante e reverso, de bens, serviços e informações relacionadas, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, buscando o atendimento das exigências do consumidor.

Drucker (1995 *apud* Batalha, 2001, p. 163) já dizia que a *logística é a última fronteira gerencial que resta ser explorada para reduzir tempos e custos, melhorar o nível e a qualidade de serviços, agregar valores que diferenciem e fortaleçam a posição competitiva da empresa.*

Para Ballou (1999), a logística empresarial é composta de atividades primárias (transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos), as quais possuem fundamental importância na redução de custos e maximização do nível de serviços. As demais atividades (armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, suprimentos, planejamento e sistemas de informação) são consideradas atividades de apoio, pois dão suporte às atividades primárias com o

intuito de satisfazer e manter clientes, além de maximizar a riqueza dos proprietários.

A partir desses autores, pode-se conceituá-la como a atividade que trata da disposição do produto no local certo, no tempo, nas condições e valores adequados, atendendo às necessidades da demanda.

PARTICULARIDADES DAS MODALIDADES DE TRANSPORTE

A respeito da movimentação de carga, existe uma série de vantagens e desvantagens para o deslocamento do produto, relacionado à modalidade de transporte escolhida. O desafio para o administrador é exatamente definir a melhor opção de transporte quando existem alternativas, ou na escolha de onde investir quando existem locais alternativos. Uma decisão complexa, por depender não só da minimização de custos, mas também das características dos produtos, da manutenção da qualidade e da velocidade de atendimento do cliente (comprador), para fins de pontualidade e de assiduidade ou mesmo para vencer uma concorrência ou ganhos de preços (Araújo, 2003).

Dada uma rede de instalação de um suporte de comunicação, o transporte é responsável pela realização da utilidade de lugar, ocupando-se da movimentação de materiais e produtos acabados. A atividade de transporte assegura o fluxo físico dos produtos entre as empresas, quando ocorre transferência de propriedade do produto, por uma transação comercial. Internamente, para a empresa agrícola, o transporte é uma atividade relevante, dada a característica de a produção agrícola estar espacialmente distribuída e ser necessária à coleta dos produtos para uma central de preparação e/ou processamento para despacho ao próximo elemento do canal. Pode ser feito por transportador contratado, comum ou frota própria. Esses meios diferem entre si quanto aos tempos, confiabilidade e característica de manipulação ou embalagem (Batalha, 2001).

Para movimentação de produtos ou matérias-primas, existem diferentes modalidades de transporte: terrestre (rodoviário, ferroviário e dutoviário); aquaviário e aéreo.

Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) classificam os modais de transporte de acordo com a estrutura de custos para cada modal, sendo que o modal ferroviário

apresenta altos custos fixos e custo variável baixo; o modal rodoviário possui custos fixos baixos e custo variável médio; o modal aquaviário possui custo fixo médio e custo variável baixo; o modal dutoviário possui um custo fixo mais elevado e um custo variável mais baixo; já o modal aeroviário possui um custo fixo alto e alto custo variável.

A análise da chamada "matriz de transporte de cargas" no Brasil é de fundamental importância para a análise deste cenário. Nos últimos anos, a modalidade de transporte rodoviário vem sendo responsável por algo em torno de 60% do transporte de carga no Brasil, contra 20% do sistema ferroviário e outros quase 20% do sistema hidroviário. Se levarmos em consideração somente as cargas agrícolas, o percentual de utilização do modal rodoviário sobe para 81%, contra 16% do ferroviário e menos de 3% do hidroviário (Caixeta-Filho e Gameiro, 2001).

Araújo (2003) menciona que essa modalidade de transporte, embora mais cara por tonelada de produto transportada, tem a vantagem de ser rápida e mais flexível na ligação entre o produtor e o consumidor, apresentando economia de escala de acordo com a distância, ou seja, menores distâncias, maiores custos por tonelada transportada.

Movimentação rodoviária do algodão

O algodão é um produto agropecuário que necessita ser beneficiado através de processo de seleção, classificação e embalagens. Esse beneficiamento ocorre nas algodozeiras, que são intermediárias no processo. O algodão brasileiro é, em sua maioria, comercializado em pluma (Araújo, 2003).

No entender de Caixeta-Filho e Gameiro (2001), há intensa utilização dos serviços de transporte no deslocamento das *commodities*, provocando grande desestabilização no mercado de frete. Isso é ocasionado pelo fato de a oferta de veículos não ser suficiente para cobrir a demanda existente para movimentação dos produtos agrícolas, proporcionando aumento significativo dos fretes.

O transporte rodoviário é predominante no escoamento da produção de algodão. O trajeto do algodão é da unidade agrícola para o estoque, geralmente na própria beneficiadora, ou diretamente para a beneficiadora, sendo transportado posteriormente direto para os armazéns portuários ou fiações brasileiras. O veículo padrão para cargas

agrícolas consiste em um cavalo mecânico movido por motor de, no mínimo, 360 CV, um semi-reboque com 3 eixos e caçamba aberta de madeira. O conjunto é conhecido popularmente como carreta e pode levar até 27t (de acordo com a legislação), dependendo do peso do equipamento. Fardos de algodão em pluma são transportados em caminhão comum, com capacidade variável de 8 a 35t. Um caminhão de 12t carrega em média 70 fardos. Cada fardo pode ser embalado com um pano-tela de 5m, envolto por um arame de 6m. É sempre interessante que um veículo transporte o maior volume de carga possível (Caixeta-Filho e Gameiro, 2001).

A evolução da tecnologia produtiva agropecuária não foi acompanhada pelo desenvolvimento das vias de escoamento da produção. Verifica-se que a matriz de transporte brasileiro se utiliza dos modais rodoviários no escoamento dos produtos destinados à exportação. A produção de algodão de Mato Grosso segue para os Portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP) e utiliza, basicamente, a rodovia BR 163, que atravessa o Mato Grosso, o Mato Grosso do Sul, chegando ao Paraná (PR), sendo a melhor alternativa para o Porto de Paranaguá (PR) (CONAB, 2006).

A QUESTÃO PORTUÁRIA

Estima-se que uma melhor infra-estrutura portuária, a melhoria e ampliação das ferrovias proporcionarão mudanças na matriz de transporte de cargas no Brasil. Essa mudança é até mesmo uma necessidade, em função dos elevados preços de fretes praticados pelo modal rodoviário e da competitividade com o produto de outros países.

Caixeta-Filho e Gameiro (2001) discorrem que o sistema portuário nacional conta com cerca de 46 portos, sendo 34 de navegação marítima e 12 de navegação interior. Porém, cada porto trata sistemas e produtos de maneiras diversas, tendo seu sistema de operação próprio, com atuação comercial e operacional distintas. Para exportação das *commodities*, as principais opções são os portos de Paranaguá (PR), com 37,8% do total movimentado e Santos (SP), com 30,1%.

Esses autores descrevem o Porto de Paranaguá (PR), operado pela Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), que se localiza numa posição estratégica em relação às regiões Sudeste e Sul do País. Sua área de influência compreende o Estado do

Paraná, Santa Catarina, sul de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Paraguai, além de parte do Rio Grande do Sul e Argentina.

Caixeta-Filho e Gameiro (2001) descrevem também o Porto de Santos (SP), administrado pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp), que está situado no centro do litoral do Estado de São Paulo. Sua área de influência é constituída pelos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais (Triângulo Mineiro) e Norte do Paraná.

Dois aspectos emperram o desenvolvimento do transporte de cabotagem no Brasil: o excesso de mão-de-obra nas operações portuárias e a baixa eficiência relativa na movimentação dos contêineres. Há muita burocracia, e os portos nacionais ainda não têm o mesmo preparo que os europeus e os asiáticos. Faltam estrutura e maiores investimentos para suportar um aumento significativo nas exportações. O setor ainda enfrenta dificuldade para implementar plenamente a Lei dos Portos e dar funcionalidade adequada ao Órgão Gestor de Mão-de-Obra dos Portos (OGMO). Como consequência, a quantidade de mão-de-obra utilizada nas operações portuárias no Brasil chega a ser de três a nove vezes superior ao observado em portos europeus e sul-americanos. Este fato contribui também para atrasar o processo de mecanização dos portos, afetando diretamente sua eficiência produtiva. Enquanto a boa prática internacional reza que é preciso movimentar 40 contêineres por hora, no Brasil essa relação é de apenas 27 (Negrini, 2005).

A expansão do agronegócio e do escoamento da produção agropecuária tem acarretado uma carência diária, por exemplo, para o terminal de contêineres em Santos (SP). O deslocamento de cargas para outros portos é a saída para o supertráfego. O porto de Sepetiba (RJ), de alta profundidade, poderia servir como alternativa, desde que houvesse o contorno ferroviário de São Paulo para abri-lo a todo o mercado paulista e, em um raio de atuação mais amplo, fazer a ligação com a Ferronorte (*idem*).

No Estado de Mato Grosso, a logística precária eleva as perdas e o custo do frete. E isso se agrava pelo fato de a distância do Estado até o Porto de Santos (SP), por onde é escoada a maior parte da produção, ser de quase 1,5 mil quilômetros. Uma das demandas mais urgentes – e com solução mais próxima – é a extensão dos trilhos da Ferronorte até o interior do Estado. Entretanto, a ligação férrea com o Porto de Santos (SP) pode não solucionar o problema do custo de

escoamento da produção, uma vez que a Ferronorte está sobrecarregada (*ibidem*).

CUSTOS LOGÍSTICOS

Ao conceituar custos, Crepaldi (1998, p. 89-90) descreve como *Gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção rural; são todos os gastos relativos à atividade de produção*. O Conselho Regional de Contabilidade – SP/IBRACON (2000) define custos como *Todos os fatores direta ou indiretamente aplicados no processo de produção, ou geração de serviços prestados*.

Um custo é denominado custo fixo quando seu total não varia com respeito a determinado direcionador de custo. Um custo é definido como custo variável, se seu total varia em proporção direta com variações de determinado direcionador de custo (Batalha, 2001).

Na identificação dos custos é necessário apurar isoladamente os investimentos e o capital de giro, para compor os custos fixos e os custos variáveis, para composição dos custos totais. Em paralelo faz-se o levantamento das receitas, a fim de, comparando-as com os custos totais, poder-se avaliar a viabilidade econômica do empreendimento, bem como determinar os principais indicadores de rentabilidade (Araújo, 2003).

Alguns custos podem ser apropriados diretamente a determinado objeto de custeio, bastando haver uma forma objetiva e economicamente variável para isto. Estes custos são chamados de custos diretos. Quando não podem ser alocados a determinado objeto de custeio através de uma medida objetiva, ou podem, mas é economicamente inviável, são chamados de custos indiretos. Portanto, a classificação de um gasto como custo direto ou indireto depende do objeto de custeio, de existência de uma medida objetiva para sua apuração e da relação de custo-benefício para realização de sua apuração (Batalha, 2001).

Segundo esse mesmo autor, o custo de transporte é a soma dos gastos pela movimentação entre dois pontos, mais os gastos relacionados aos estoques próprios em trânsito. O projeto do sistema logístico deve minimizar o custo de transporte em relação ao custo total do sistema. Em geral, o custo de transporte é influenciado, principalmente, pelos seguintes fatores: distância, volume, densidade, estiva, manuseio, responsabilidade e mercado.

Tomando por base a atividade de transporte rodoviário do algodão, os principais componentes do custo são: frete, seguro e rastreabilidade.

Para Batalha (2001), normalmente o frete, assim como o nível de serviço, está relacionado com o modal de transporte e o tipo de carga e seu acondicionamento, assim como os mercados específicos que serão servidos. Logo, o frete é o valor cobrado pelo transporte de mercadorias de um local para o outro. É o rendimento resultante da movimentação das cargas. O frete no transporte rodoviário é calculado sobre o peso (tonelada) ou por volume (metro cúbico), mas o mais comum em cargas completas é que seja estipulado um preço fechado por veículo.

Outra variável na definição de valores de frete é o posicionamento geográfico do trecho envolvido e sua relação com os sistemas de escoamento disponíveis. Em termos práticos, o valor de frete praticado em trechos de muita movimentação é sensivelmente inferior ao praticado em corredores pouco utilizados. A distância percorrida influi no valor unitário no transporte, ou seja, no frete da tonelada por quilômetro. Apesar de as variáveis serem importantes para formar os preços dos fretes, o principal mecanismo para chegar aos valores é a negociação entre os agentes (Caixeta-Filho e Gameiro, 2001).

O mesmo autor enumera que a ocorrência freqüente de desaparecimento de cargas – seja na estrada, seja no meio urbano – vem afetando consideravelmente o desempenho do setor de transporte rodoviário de cargas. Esse contexto de insegurança exige uma revisão dos métodos de Gerência de Risco, incluindo a transferência do risco por meio do seguro de carga. A alta sinistralidade do seguro de roubo implica dificuldades na obtenção de cobertura para esse evento, uma vez que os corretores/seguradores passam a avaliar melhor as transportadoras demandantes desse tipo de apólice. Em relação aos seguros de carga, disponíveis no mercado brasileiro, destacam-se: o denominado "RR" (Riscos Rodoviários), seguro com ampla cobertura e obrigatório aos embarcadores (proprietários das mercadorias); o RCTR-C, seguro de responsabilidade civil obrigatório para transportadores, assegurando-os em casos de perdas ocorridas nas cargas que estavam sob sua responsabilidade; e o RCF-DC, seguro também de responsabilidade dos transportadores (porém, facultativo), específico para cobrir roubos de cargas.

Esse mesmo autor expõe que o setor de transporte rodoviário de cargas brasileiro tem se empenhado em investir em tecnologia da informação (TI) para aprimorar seus processos, e um dos projetos de maior importância é o de gerenciamento de frotas por sistemas de rastreamento por satélite. As principais vantagens deste sistema são: comunicação entre a estação de controle e os veículos; localização dos veículos em tempo real; controle da frota em relação ao nível de combustível, velocidade do veículo, temperatura do compartimento de cargas, fechamento de portas, presença de caronas, entre outros. A importância e o ganho de segurança, obtidos com a implantação da rastreabilidade, são notadas inclusive pelas companhias de seguros, que privilegiam quem a utiliza com prêmios menores, ou se recusando a emitir apólices aos que não utilizam mecanismos de rastreabilidade.

METODOLOGIA

Embasado no objetivo estabelecido, o presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa com modalidade descritiva, pois, como afirma Gil (1999, p.44) *a pesquisa descritiva tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.*

A pesquisa, segundo Andrade (2000, p.30), representa a abordagem que se emprega para a busca de maiores informações sobre determinado assunto. Possuindo um planejamento flexível, é indicada quando se tem pouco conhecimento do assunto. A finalidade da pesquisa é formular problemas e hipóteses para estudos posteriores.

Por se tratar de uma pesquisa que visa um único caso, esta foi decorrida pelo método de estudo de caso, que, no entendimento de Yin (2002, p.21) é o método que [...] *permite uma investigação pra se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real, como ciclos de vida individuais, processos organizacionais, administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a maturação de alguns setores.*

Vergara (1998, p.47) enfatiza que o estudo de caso é *o circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essas como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um País.*

Sendo uma população pequena, a designação da população decorreu por meio de censo, no qual os dados foram obtidos em contatos indiretos junto aos fornecedores da área de transporte, seguro, gerenciamento de risco e despacho aduaneiro.

Utilizou-se da técnica de coleta de dados através de análise documental dos contratos previamente fixados, notas fiscais, conhecimentos de carga, relatórios financeiros e documentos afins.

Segundo Beuren (2003, p.140), a análise documental [...] *configura-se como uma notável técnica para abordar dados qualitativos e quantitativos. Utiliza-se como suporte subsidiário à construção do diagnóstico de uma pesquisa, informações coletadas em documentos materiais escritos.*

A disponibilidade de acesso a essas informações ocorreu devido ao histórico dos serviços utilizados anteriormente. Estes, mensurados nas vias dos documentos afins devidamente arquivados no Grupo Brisot De Marco, juntamente com comprovantes dos valores pagos no decorrer da safra de 2004/2005.

Para execução da coleta e levantamento dos custos quanto à agilidade e segurança, empregou-se a técnica quantitativa, sendo freqüentemente utilizada nos estudos descritivos, que estabelece uma relação entre variáveis e casualidade entre fenômenos.

Richardson (1999, p. 70) afirma que [...] *a abordagem quantitativa caracteriza-se pelo emprego de quantificação tanto nas modalidades de coleta de informação, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, abrangendo desde as mais simples, como percentual, média, desvio padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão.*

Identificaram-se, assim, as características dos portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP), sendo ambas as opções utilizadas pela empresa para o escoamento do algodão em pluma.

Posteriormente à coleta de dados, ocorreu um tratamento dos dados obtidos e sintetização em planilha própria.

A EMPRESA

O Grupo Brisot De Marco está localizado no sul do Estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste

brasileira. A empresa resulta da união familiar de pequenos comerciantes, vindos do sul do País para o Estado, no término do ano de 1979.

No início da década de 80, a empresa comercializava somente soja em grãos, cuja produção total destinava-se ao mercado doméstico. Nos últimos seis anos, a empresa expandiu sua produção, efetuando assim, o manuseio da cultura do algodão. Da mesma maneira que o cultivo de soja em grãos era destinado ao mercado doméstico, a produção inicial de algodão permanecia também nesse setor.

Há cerca de três anos, com o conhecimento do Grupo no cultivo desse produto, iniciou-se a comercialização com o mercado externo, fortalecendo-o como exportador com uma produção em larga escala. Atualmente 60% da produção do algodão destina-se à exportação, sendo toda a produção exportada escoada pelos portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP).

O algodão é comercializado em pluma. Seus derivados, como a fibrilha e o caroço, são comercializados no mercado doméstico, pois a rentabilidade desses produtos no mercado externo não favorece o processo de exportação.

A empresa exporta sua mercadoria por meio de pessoas físicas, tendo como missão a *geração de riquezas para nossa empresa, nossos colaboradores e para sociedade, explorando atividades preponderantemente agropecuárias, adotando tecnologias disponíveis, respeitando o meio ambiente alinhado a condutas éticas tanto sociais quanto econômicas.*

Seus objetivos visam *ao tempo que proporcionar lucro a seus membros, efetuar a circulação de riquezas na economia nacional e internacional no setor agrícola, por meio do seu trabalho, solidez no mercado de atuação, lucro a médio e longo prazo, credibilidade em seus produtos, ética no ramo empresarial e compromisso com o resultado final da mercadoria.*

Por ser uma empresa de médio porte e estar situada em um centro da produção de nível nacional, seus concorrentes encontram-se lado a lado, o que torna o mercado acirrado. Estando instalados na região, grandes produtores renomados e com um alto poder aquisitivo competem em seu nicho de mercado.

APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Conforme mencionado anteriormente, foram quantificados os custos relacionados à agilidade e segurança em relação à opção de escoamento do algodão em pluma pelos portos de Paranaguá (PR) e Santos (SP), apurados na safra 2004/2005, no período de 25 de julho de 2005 a 19 de fevereiro de 2006.

Diante do proposto, foi mensurado o montante dos custos, considerando a trajetória do transporte rodoviário com saída das cargas da cidade de Itiquira (MT). Os valores estão apresentados em moeda nacional corrente, o Real (R\$), e o volume da mercadoria em toneladas (t).

A Tabela 1 demonstra os valores componentes do custo, oriundos da prestação de serviços com frete, seguro e rastreabilidade, separado por ponto de embarque. Em média cada carga corresponde a 27 toneladas.

Item	Paranaguá (PR)	Santos (SP)
Frete (R\$)	117.650,00	283.493,00
Volume (t)	735,66	1.686,68
Seguro (R\$)	4.984,00	11.926,00
Rastreabilidade (R\$)	2.576,28	6.164,67
Quantidade de Fretes (un)	28	67

Tabela 1
Custos no transporte rodoviário
Fonte: dados da análise documental

De acordo com a Tabela 2, o tempo decorrido para desembarço é determinante para a liberação do crédito da venda na conta corrente do exportador. Utilizando esse período multiplicado pela taxa mensal de 2%, que é a cobrada da empresa para liberação de créditos de curto prazo, pôde-se chegar ao valor do custo de desembarço aduaneiro.

Confrontando a Tabela 2 e a Tabela 1, verifica-se um descasamento entre a quantidade de fretes e a quantidade de embarques. Isso ocorre pelo fato de os contêineres utilizados terem tamanho inadequado para o transporte em caminhões. Para o embarque nos portos, os fardos de algodão são dispostos em contêineres *Highcube* de 40' com capacidade média de 23,5 toneladas; isto representa que é possível, em cada contêiner, 124 fardos de algodão em pluma, ao passo que no frete rodoviário, os caminhões carregam 142 fardos.

Item	Paranaguá (PR)	Santos (SP)
Desembarço Aduaneiro (dias)	156	194
Quantidade de Embarques (un)	04	14
Volume (t)	735,66	1.686,68
Média do Desembarço Aduaneiro (dias)	39	14
Desembarço Aduaneiro (R\$)	42.575,43	35.202,55

Tabela 2
Desembarço aduaneiro
Fonte: dados da análise documental

Deve-se ressaltar que o algodão tem um alto poder de absorção de umidade, estando a mercadoria exposta ao meio ambiente. Este é um dos principais motivos que alteram o peso da mercadoria, a contar do momento do transporte rodoviário até a saída efetiva do porto. A Tabela 3 mensura esta discrepância, resultante das diferenças entre balanças com ganho ou perda neste trajeto.

Volume (t)	Paranaguá (PR)	Santos (SP)
Transportado	735,29	1.683,80
Exportado	735,29	1.686,68

Tabela 3
Variante peso
Fonte: dados da análise documental

Após quantificação dos custos e volume mensurados na Tabela 1, apurou-se o montante dos custos (soma dos gastos que compõem o custo do transporte rodoviário), totalizados por porto, representado na Tabela 4.

Volume (t)	Paranaguá (PR)	Santos (SP)
Total Custos (R\$)	167.785,71	336.786,22
Total Volume (t)	228,08	199,67

Tabela 4
Custo total realizado
Fonte: dados da análise documental

Os custos no transporte rodoviário são oriundos, em sua maioria, da mesma prestadora de serviços, que atua em ambos os portos. Na Tabela 5 identifica-se, por portos, os valores monetários expendidos pela empresa no período analisado, por tonelada de algodão transportado.

Item	Paranaguá (PR)	Santos (SP)
Frete (R\$/t)	159,92	168,08
Seguro (R\$/t)	6,77	7,07
Rastreabilidade (R\$/t)	3,50	3,65
Desembarço Aduaneiro (R\$/t)	57,87	20,87
Total (R\$/t)	228,08	199,67

Tabela 5
Comparativo dos custos
Fonte: dados da análise documental

A despeito das tabelas anteriormente mensuradas, a Tabela 6 totaliza e compara as vendas, despesas realizadas e lucro líquido resultante do processo, possibilitando uma análise sistêmica e conclusiva a respeito da viabilidade de cada uma das opções de portos para escoamento da produção.

Item	Paranaguá (PR)	Santos (SP)
Crédito das vendas (R\$)	1.637.516,49	3.810.585,70
(-) Desembolsos	167.785,71	336.786,22
Frete (R\$) (Tabela 1)	117.650,00	283.493,00
Seguro (R\$) (Tabela 1)	4.984,00	11.926,00
Rastreabilidade (R\$) (Tabela 1)	2.576,28	6.164,67
Desembarço Aduaneiro (R\$) (Tabela 2)	42.575,43	35.202,55
(=) Lucro após transporte (R\$)	1.469.730,78	3.473.799,48

Tabela 6
Comparação sintética dos custos de escoamento por porto
Fonte: dados da análise documental

Verifica-se que o lucro auferido, após o transporte rodoviário até o Porto de Paranaguá (PR), representou 89,95% do valor das receitas nas exportações, enquanto que até o Porto de Santos (SP) representou 91,16% dessas receitas. Ou seja, o transporte rodoviário até Paranaguá (PR) custou o equivalente a 10,25% das receitas. Esse índice de custo até Santos (SP) equivale a 8,84%.

CONCLUSÕES

Da necessidade de obter informações que venham subsidiar ações que visam reduzir os custos e aumentar o lucro na exportação da mercadoria, e com a certeza de um bom desempenho na logística, muitos estudos procuraram dirimir os problemas enfrentados na movimentação da mercadoria, particularmente no que se refere ao transporte rodoviário.

Entendendo que o responsável pelo gerenciamento do transporte rodoviário procura,

através de seus instrumentos particulares, avaliar as mesmas dimensões no que tange os custos com frete, seguro, rastreabilidade e desembarço aduaneiro, o trabalho realizado ganha coerência na verificação da existência de correlação entre os dois portos empregados no escoamento da mercadoria.

Como o estudo abrangeu apenas o escoamento da safra 2004/2005, com os fornecedores e prestadores de serviços utilizados pelo Grupo Brisot De Marco, não é possível afirmar a preferência por este ou aquele Porto, apenas que no universo acompanhado por este estudo foi mais vantajoso escoar através de Santos (SP). Todavia, este trabalho pôde revelar os custos apurados e possíveis mecanismos de determinação dos mesmos.

Diante da constatação dos dados apurados nas tabelas, em linhas gerais, os gastos com os componentes do custo no transporte rodoviário, tanto para o Porto de Paranaguá (PR) quanto para Santos (SP), são proporcionalmente equivalentes, sendo o diferencial os dias despendidos no desembarço aduaneiro no Porto de Santos (SP), proporcionalmente 61,11% menores que no Porto de Paranaguá (PR).

Um maior período de tempo necessário para o desembarço aduaneiro, indiretamente, demanda gastos com o desequilíbrio no fluxo de caixa da empresa.

Como transcrição no corpo do trabalho, além da necessária modernização do sistema de transportes, também são necessários investimentos nos portos brasileiros, tanto para melhoria dos processos nos portos de Santos (SP) e Paranaguá (PR), quanto para habilitar outros portos, como o de Sepetiba (RJ), para desobstruir os canais utilizados a fim de escoar a produção do Centro-Oeste, principalmente de Mato Grosso.

Resta, portanto, a possibilidade de ampliar esta investigação em outras safras e em outras empresas, a fim de se conseguir identificar diferencial entre os portos.

Referências bibliográficas

- ANDRADE, G.M. de. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de Agronegócios**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1999.
- BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- BEUREN, I. M. (Org.). **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade**: Teoria e Prática. São Paulo: Atlas, 2003.
- CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. (Org.). **Transporte e logística em sistemas agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2001.
- CONAB. **As vias de escoamento da safra brasileira**. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 15 de agosto de 2006.
- CONSELHO REGIONAL DE CONTABILIDADE-SP/IBRACON. **Custos**: ferramentas de gestão. São Paulo: Atlas, 2000.
- CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural**: uma abordagem decisória. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- FLEURY, F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. (Org.). **Logística Empresarial**: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- MELO, A. P.; COLLOSSI, N. (Org.). **Cenários da Gestão Universitária na Contemporaneidade**. Florianópolis: Insular, 2004.
- NEGRINI, M. Modal aquaviário pede socorro. **Agrinova**. São Paulo: IT Mídia S.A. Ano 5, n.47 05/2005.
- REETZ, E. et. al. Fátia Maior do Bolo. **Anuário Brasileiro do Algodão 2006**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: Métodos e Técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- VENCATO, A. et. al. Com V Maiúsculo. **Anuário Brasileiro do Algodão 2005**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2005.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e método. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

Dados dos autores

Katia Alves Ramalho Herzogenrath (katia@grupobdm.com.br) é bacharel em Administração, formada pela União de Escolas Superiores de Rondonópolis – UNIR/Faculdades Integradas de Rondonópolis (FAIR), Mato Grosso.

Benjamim Cristobal Mardine Acuña (benjamim@unir-roo.br) é Mestre em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação pela Universidade Católica de Brasília e Professor da União de Escolas Superiores de Rondonópolis – UNIR/Faculdades Integradas de Rondonópolis (FAIR), Mato Grosso.

Relato e Benchmarking em Sustentabilidade Empresarial: Comparação entre a Indústria Automobilística no Brasil e na Alemanha*

Katia Regina Alves Nunes
 Rogério de Aragão Bastos do Valle
 José Antonio Assunção Peixoto
 Susanne Hartard
 Liselotte Schebek

RESUMO: Entre os parceiros econômicos do Brasil, a Alemanha é um dos mais importantes. Um número significativo de companhias alemãs está instalado no Brasil, muitas das quais pertencentes aos setores de montagem automobilística e de autopeças. Informações sobre os desempenhos econômico, ambiental e social das maiores empresas desses setores podem ser facilmente obtidas através de relatórios de sustentabilidade empresarial, impressos e distribuídos pelas matrizes das empresas, ou através de arquivos disponíveis nos websites corporativos centrais das companhias. Após uma breve revisão sobre o tema sustentabilidade empresarial, este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que avaliou os relatórios de sustentabilidade de três multinacionais automobilísticas com matriz (ou subsidiária relativamente independente) na Alemanha e com subsidiárias no Brasil. Concluiu-se que os relatórios de sustentabilidade das três empresas analisadas não são suficientes para realizar o benchmarking da sustentabilidade empresarial, impossibilitando, assim, uma distinção entre empresas com melhor e com pior desempenho em critérios ambientais e sociais.
Palavras-Chave: Sustentabilidade Empresarial; Relatório de Sustentabilidade; Responsabilidade Social Empresarial.

ABSTRACT: Germany is among the most important economical partners of Brazil. A significant number of German companies is installed here; many of them in the sector of automotive assembly and of automotive parts supply. Information about economical, environmental and social performance of the biggest companies of these sectors can be easily obtained through sustainability reports, available as printed reports distributed by the head offices, or as files for downloading in corporate websites. This work presents a short review about corporate sustainability, as well as the results of a study carried out on sustainability reports of three companies with headquarters (or, in one case, a relatively independent subsidiary) in Germany and subsidiaries in Brazil. The results show that the sustainability reports of the analysed companies don't allow any sustainability benchmarking that could distinguish better and worst environmental and social performances.
Keywords: Corporate Sustainability; Sustainability Report; Corporate Social Responsibility.

INTRODUÇÃO

A Alemanha é um dos países que mais produzem veículos automotores. Em 2006, foram fabricados 5,8 milhões de unidades, gerando cerca de 392.118 postos de trabalho diretos (nas empresas montadoras) e 429.125 indiretos (nas empresas de autopeças) (VDA, 2007). No mesmo ano, a produção brasileira foi um pouco menos da metade (2,6 milhões de unidades), empregando menos trabalhadores, proporcionalmente (106.000 empregos diretos) (ANFAVEA, 2007).

Entre os parceiros econômicos do Brasil, a Alemanha é um dos mais importantes. Várias companhias alemãs estão instaladas no Brasil, principalmente nos setores da montagem automobilística e de autopeças. Informações sobre aspectos ambientais e sociais das maiores multinacionais desses setores podem ser obtidas em relatórios impressos pelas empresas, ou como arquivos disponíveis nos *websites* mantidos pelas matrizes. Consultas iniciais dessas informações mostraram que os relatórios de sustentabilidade das empresas apresentam uma gama variada de dados

* Artigo desenvolvido no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica Probal – financiado pela CAPES/DAAD – entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil), o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Brasil) e a Universidade Técnica de Darmstadt (Alemanha), sob o título *Global Compact* Estudo de Caso: Empresas do Setor Automobilístico. Os autores agradecem o apoio recebido da CAPES e DAAD para o desenvolvimento da pesquisa.

envolvendo aspectos econômicos, ambientais e sociais de suas atividades, porém de forma global, pouco apresentando dados em níveis regionais, ou por fábricas.

Então, como pode ser verificado se as multinacionais do setor automobilístico têm desempenhos ambientais e sociais comparáveis, em suas fábricas na União Européia (por exemplo, na Alemanha) e no Mercosul (por exemplo, no Brasil)? Como pode ser constatado se essas multinacionais adotam os mesmos princípios ambientais e sociais, em ambos os países? Como verificar se as atividades das companhias são compatíveis com os princípios do *Global Compact* assumidos por elas?

Esta pesquisa irá apresentar inicialmente uma breve revisão sobre o tema sustentabilidade empresarial e, posteriormente, os resultados de pesquisa que avaliou os relatórios de sustentabilidade de três multinacionais automobilísticas que possuem matriz (ou subsidiária relativamente autônoma) na Alemanha e subsidiárias no Brasil.

O objetivo principal da pesquisa foi o de realizar o *benchmarking* da sustentabilidade empresarial das três empresas analisadas através de seus relatórios de sustentabilidade, bem como das respostas aos questionários enviados aos responsáveis pelas áreas de responsabilidade social, meio ambiente e sustentabilidade dessas empresas, tanto na Alemanha, quanto no Brasil. Os questionários tinham perguntas que cobriam lacunas dos relatórios de sustentabilidade avaliados.

A coleta de dados para a pesquisa foi realizada entre dezembro de 2006 e junho de 2007. Se uma determinada coleta foi feita fora desse período, isto será ressaltado no texto.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, no Rio de Janeiro, a conscientização de vários setores da sociedade em torno da idéia de desenvolvimento sustentável tem se expandido rapidamente. Um dos pontos centrais consiste em afirmar que nenhuma sociedade ou economia saudável pode existir em um mundo com pobreza e poluição desenfreadas.

O desenvolvimento sustentável tem como objetivos satisfazer as principais necessidades da sociedade, conservar o meio ambiente e manter uma economia saudável para todos os países. Estes objetivos podem ser alcançados através da consideração e integração de aspectos relativos a três diferentes dimensões: econômica, ambiental e social. Portanto, as empresas têm quatro grandes desafios em relação ao desenvolvimento sustentável (BMU, 2002):

- *Desafio ambiental*: aumento da eficácia ambiental (p.ex., menor geração de resíduos e quantidade menor de emissões);
- *Desafio social*: aumento da eficácia social (p.ex., erradicação do trabalho infantil e melhores condições de trabalho);
- *Desafio econômico dentro da gestão ambiental e social*: melhoria das eficiências ecológica e social (p.ex., economias com a racionalização do consumo de energia e de insumos);
- *Desafio de integração*: a busca de sinergia entre os três desafios anteriores, como também a integração da gestão ambiental e responsabilidade social no sistema de gestão de negócios da empresa.

Muitas associações empresariais vêem a responsabilidade social empresarial (RSE) basicamente como uma iniciativa para pôr em prática o desenvolvimento sustentável. Segundo Ethos (2006, p.8), a RSE deve ser entendida, neste sentido, como *a forma de gestão que se define pela relação ética, transparente e solidária da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade, preservando recursos ambientais e culturais para gerações futuras, respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais.*

SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL E RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL: FONTES DE REFERÊNCIA

Tenorio (2004, p.13) constata que *a abordagem da atuação social empresarial surgiu no início do século XX, com o filantropismo. Em seguida, com o esgotamento do modelo industrial e o desenvolvimento da sociedade pós-industrial, o conceito evoluiu, passando a incorporar os anseios dos agentes sociais no plano de negócios das corporações. Assim, além do filantropismo, desenvolveram-se conceitos como voluntariado empresarial, cidadania corporativa, responsabilidade social corporativa e, por último, desenvolvimento sustentável.*

Ethos (2006, p.11) afirma que nos últimos anos, (...) observou-se a criação de inúmeros padrões, normas, referências e diretrizes que tratam da conduta e das práticas empresariais referentes à ética, à qualidade dos relacionamentos com os públicos de interesse, ao desempenho nos planos econômico, social e ambiental e a outros aspectos relativos à contribuição das organizações para o desenvolvimento sustentável. Destaca ainda que essa diversidade de instrumentos, muitas vezes resultado do trabalho conjunto de vários atores sociais, como empresas, sindicatos, OSCs (Organizações da Sociedade Civil) e órgãos de governo,

certamente amplia o escopo das questões a serem consideradas pelas empresas que buscam referências para a adoção de boas práticas no campo de RSE.

Na Tabela 1 estão listadas as principais fontes de referência para RSE no Brasil. Grande parte dessas referências é internacional, sendo também empregadas em outros países. Para a elaboração desta pesquisa, utilizaram-se com destaque as diretrizes para relatórios de sustentabilidade do GRI (*Global Reporting Initiative*), que tem vínculo significativo com o Pacto Global, como será mais detalhado adiante.

DIMENSÃO	REFERÊNCIA
Iniciativas Globais	Diretrizes da OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) para Empresas Multinacionais
	Agenda 21
	Princípios do Pacto Global (Global Compact)
	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)
	Carta da Terra
Direitos Humanos	Convenção da ONU (Organização das Nações Unidas) contra a Corrupção
	Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH)
Direitos das Relações de Trabalho	Normas das Responsabilidades de Corporações Transnacionais e Outras Empresas em Relação aos Direitos Humanos
	Guia de Normas Internacionais do Trabalho
	SA 8000 – Social Accountability 8000
	Princípios de Direitos Fundamentais do Trabalho e seu Seguimento
	OHSAS 18001 – Occupational Health Safety Assessment Series
Proteção das Relações de Consumo	Diretrizes sobre Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (ILO-OSH 2001)
	Diretrizes da ONU para a Proteção do Consumidor
Meio Ambiente	The Natural Step (TNS)
	Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)
	Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
	Princípios do FSC (Forest Stewardship Council)
	Série ISO 14000
	Convenção-quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
	Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio
Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes	
Governança Corporativa	OCDE – Princípios de Governança Corporativa
	IBGC – Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa
	Recomendações da CVM (Comissão de Valores Mobiliários) sobre Governança Corporativa
Iniciativa Setorial Internacional - Setor Financeiro	Princípios do Equador
Iniciativa Setorial Nacional	Princípios Básicos de Responsabilidade Social – Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (Abrapp/Ethos)
	Índice de Sustentabilidade Empresarial – ISE Bovespa
Implementação de RSE	Balanco Social Ibase
	Padrão Auditável AA1000 (AccountAbility)
	Indicadores Ethos
	Diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade do GRI (Global Reporting Initiative)
	ABNT-NBR 16001: 2004 – Norma Brasileira: Responsabilidade Social – Sistema de Gestão – Requisitos

Tabela 1
Fontes de referência para RSE no Brasil (adaptado de Ethos, 2006)

COMUNICAÇÃO CORPORATIVA

De acordo com Blanke et al. (2004, p.1), a comunicação se tornou um fator de sucesso estratégico para as organizações. As empresas vivenciam atualmente não somente a clássica competição de produtos, mas também a competição da comunicação. Nesta competição o sucesso é obtido pela disponibilidade crescente e contínua de informações – ampliando significativamente o diálogo com a sociedade.

Estes processos de comunicação com o público vêm sendo radicalmente mudados com o

desenvolvimento da Internet. A gestão de comunicação das organizações deve considerar os avanços da tecnologia, reagindo com estratégias de comunicação apropriadas. Blanke et al. (2004, p.3) afirmam que novas relações com o público estão sendo formadas em um ambiente virtual (...). Além destas novas exigências estruturais de comunicação corporativa, o conceito de sustentabilidade se tornou mais importante para as empresas. Conseqüentemente, muitas organizações estão usando a Internet para oferecer informações sobre os seus produtos, serviços e dados corporativos. Relatórios de sustentabilidade já podem ser encontrados nos websites de várias organizações, principalmente as multinacionais.

RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE E O GLOBAL REPORT INITIATIVE (GRI)

Nos últimos anos, cada vez mais organizações passaram a oferecer aos seus públicos de interesse (*stakeholders*) não apenas as tradicionais informações financeiras, mas também informações sobre seus desempenhos ambiental e social. A evolução do tema "Relatórios de Sustentabilidade" pode ser visualizada pelo aumento de referências internacionais e nacionais sobre o assunto, tais como o GRI (*Global Report Initiative – Diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade*), ISO 14063 (Norma Internacional: Comunicação Ambiental – Diretrizes e Exemplos), Aa1000 (*AccountAbility 1000 – Padrão para o gerenciamento e comunicação da responsabilidade social*), BS 8900 (norma inglesa para gestão de sustentabilidade) e NBR 16001 (Norma Brasileira para Responsabilidade Social – Sistema de Gestão – Requisitos). Para a primeira destas referências, *elaborar relatórios de sustentabilidade é a prática de medir, divulgar e prestar contas para stakeholders internos e externos do desempenho organizacional visando ao desenvolvimento sustentável. Relatório de Sustentabilidade é um termo amplo considerado sinônimo de outros relatórios, cujo objetivo é descrever os impactos econômicos ambientais e sociais (triple bottom line) de uma organização, como o relatório de responsabilidade social empresarial, o balanço social, etc.* (GRI, 2006, p.3).

O GRI define-se como *uma instituição independente cuja missão é desenvolver e disseminar diretrizes para relatórios de sustentabilidade globalmente aplicáveis.* (GRI, 2005). Suas origens estão na ONU, da qual se tornou independente em 2002. Atualmente é um centro colaborador oficial do UNEP (*United Nations Environment Programme*), que é o braço ambiental da ONU. O GRI trabalha em cooperação com o Pacto Global.

Suas diretrizes são para uso voluntário e visam prover uma base para a divulgação de informações sobre as dimensões econômicas, ambientais e sociais das atividades da organização, bem como de seus produtos e serviços.

As diretrizes do GRI para relatórios de sustentabilidade fornecem orientação de como as organizações podem apresentar os seus desempenhos em relação à sustentabilidade empresarial. Apoiando-se nas diretrizes do GRI os responsáveis pela elaboração dos relatórios escolhem a orientação e os indicadores de forma a adequar o futuro relatório às necessidades da organização e aos interesses dos stakeholders. A estrutura apresentada nas diretrizes é aplicável a organizações de qualquer tamanho, tipo e localidade. (GRI, 2005, p.2)

Os relatórios podem ser usados para (a) *benchmarking* e avaliação do desempenho de sustentabilidade com respeito a leis, normas, códigos, padrões de desempenho e iniciativas voluntárias; (b) demonstração de como a organização influencia e é influenciada por expectativas de desenvolvimento sustentável; (c) comparação de desempenho dentro da organização e entre organizações diferentes ao longo do tempo. (GRI, 2006).

As diretrizes de GRI já estão em uma terceira versão, publicada em outubro de 2006 (G3 2006). Esta versão é bem parecida com a anterior. Contém 121 elementos (21 a menos que a segunda), entre os quais 49 indicadores essenciais e 30 indicadores adicionais. Uma vez que a publicação da terceira versão é recente, a maioria dos relatórios registrados no GRI em dezembro de 2007 ainda estavam seguindo a segunda versão (GRI 2002). A Tabela 2 apresenta os conteúdos de relatório da segunda versão (GRI 2002).

CONTEÚDO DO RELATÓRIO	QUANTIDADE DE ELEMENTOS		
1. Visão e Estratégia	2		
2. Perfil	22		
3. Estrutura de Governança e Sistemas de Gestão	20		
4. Sumário de Conteúdo da GRI	1		
5. Indicadores de Desempenho	Essenciais	Adicionais	Total
5.1. Indicadores de Desempenho Econômico	10	3	13
5.2. Indicadores de Desempenho Ambiental	16	19	35
5.3. Indicadores de Desempenho Social			
5.3.1. Práticas Trabalhistas e Trabalho Decente	11	6	17
5.3.2. Direitos Humanos	7	7	14
5.3.3. Sociedade	3	4	7
5.3.4. Responsabilidade sobre o Produto	3	8	11
Total de indicadores sociais	24	25	49
Total de elementos	142		
Total de indicadores essenciais	50		
Total de indicadores adicionais	47		
Total de indicadores (essenciais + adicionais)	97		
Total de elementos (sem os indicadores adicionais)	95		

Tabela 2
GRI 2002 (Resumo):
Conteúdo do relatório

COMPARANDO A SUSTENTABILIDADE ENTRE AS ORGANIZAÇÕES

As fontes potenciais de informação sobre RSE das empresas são numerosas. Por exemplo: relatórios ambientais, relatórios de sustentabilidade, balanços sociais, relatórios de imprensa, páginas de Internet, estudos feitos por empresas de consultoria ou instituições de pesquisa e índices de sustentabilidade empresarial.

Hertin *et al.* (2007, p.2) investiram na possibilidade de o *benchmarking* de RSE servir como um instrumento de apoio para a governança da sustentabilidade empresarial. Assim, definiram *benchmarking* da RSE como *comparações quantitativas e semiquantitativas de organizações individuais em relação a critérios ambientais e sociais, com o objetivo de realizar distinção entre aquelas com melhores e piores desempenhos*. Apontam, então, dois tipos de iniciativas básicas para *benchmarking* de RSE:

- Apreciação avaliativa da sustentabilidade (*evaluatory sustainability assessment*), que fornece uma avaliação global do desempenho de sustentabilidade das empresas em um formato altamente agregado e simplificado. Exemplos: Índices *Dow Jones Sustainability World Index*, *FTSE4Good* (os dois mais conhecidos índices de sustentabilidade do mercado de capitais internacional) e ISE BOVESPA (índice de sustentabilidade empresarial brasileiro);
- Diagnóstico por *benchmarking* da sustentabilidade (*diagnostic sustainability benchmarking*), adequado para *stakeholders* que requerem informação detalhada sobre o desempenho da sustentabilidade empresarial das organizações. Este tipo de *benchmarking* é geralmente realizado por empresas de consultoria, gerentes de fundos, instituições de pesquisa, associações comerciais e industriais, agências reguladoras e as próprias empresas. Os resultados são freqüentemente restritos a um determinado número de pessoas (Hertin *et al.*, 2007).

A possibilidade de relatórios de sustentabilidade estruturados segundo as diretrizes do GRI serem usados como instrumento de *benchmarking* não se inclui, a rigor, em nenhum dos dois tipos acima citados. No entanto, esta possibilidade está prevista pelo GRI (cf. item 5) e é bastante conveniente para pesquisas acadêmicas, que têm nos relatórios de sustentabilidade e os levantamentos pela Internet a melhor forma de acesso inicial a informações sobre os desempenhos sociais e ambientais.

INDÚSTRIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA E ALEMÃ: ASPECTOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS

Em 2006, a indústria automobilística na Alemanha e no Brasil foi responsável respectivamente por 19,0% e 14,5% do PIB (Produto Interno Bruto Industrial) destes países (ANFAVEA, 2007) (VDA, 2007). Estes números mostram como a indústria automobilística é importante para ambos os países.

Várias companhias alemãs estão instaladas no Brasil, muitas delas sendo dos setores de montagem automobilística e autopeças. No Brasil existem cerca de trinta fábricas de empresas montadoras de veículos, que são alimentadas por cerca de 500 empresas de autopeças (principais fornecedores). Há 3.000 pontos de revenda autorizada de veículos (concessionárias) (ANFAVEA, 2007).

O crescente rigor da legislação ambiental e o aumento da consciência de consumidor têm pressionado os fabricantes de veículos automotivos a procurar inovações tecnológicas para continuamente melhorar o desempenho ambiental de seus produtos. Segundo Epelbaum e Aguiar (2005), as questões ambientais no setor automobilístico podem ser divididas em dois grupos básicos: aspectos associados com o produto veículo automotivo (impactos ambientais durante as fases de uso e pós-uso) e aspectos associados ao processo produtivo do veículo:

- Ao longo do ciclo de vida dos veículos, peças e fluidos são trocados; os materiais substituídos recebem destinações como reciclagem, incineração ou disposição em aterros sanitários. Ao término da vida útil desses veículos, as partes que não podem ser diretamente reaproveitadas também recebem uma destas destinações.
- As questões relativas ao processo produtivo incluem a minimização do uso de matérias-primas, energia e água e a redução na geração de efluentes, no desperdício, nas emissões atmosféricas e no uso de certos produtos químicos (Epelbaum e Aguiar, 2005).

Deve ser enfatizado que uma característica importante da indústria automobilística é a amplitude dos impactos sociais e econômicos (tais como número de empregos diretos e indiretos, melhores práticas em gestão, processos, desenvolvimento de produtos, empregados e relações com consumidor) provenientes de suas atividades e das atividades de fornecedores, agências concessionárias, entre outros (Vilas, 2007).

GRI E INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: ANÁLISE DOS RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE

Em maio de 2007, o banco de dados do GRI registrava mais de 900 organizações de vários países como usuárias das diretrizes do GRI. Vinte e cinco empresas (3%) eram brasileiras e nenhuma pertencia ao setor automobilístico ou de autopeças. Quarenta e cinco (5% do total das organizações registradas) eram alemãs. Quatro empresas alemãs pertenciam ao setor automobilístico ou de autopeças (0,5%). No âmbito geral, 36 (4%) das companhias registradas no GRI eram do setor automobilístico ou do setor de autopeças.

Entre as empresas da indústria automobilística registradas, só duas tinham sede na Alemanha e fábricas no Brasil; uma terceira era baseada no EUA, com forte presença na Alemanha e Brasil. As três empresas foram escolhidas para serem analisadas quanto à abrangência dos seus relatórios de sustentabilidade em relação às diretrizes de GRI. Para a análise foram empregados os relatórios de sustentabilidade disponíveis nos *websites* internacionais das empresas escolhidas. Nenhum relatório de sustentabilidade foi encontrado nos *websites* brasileiros dessas empresas.

A Tabela 3 apresenta dados sobre os relatórios de sustentabilidade das três empresas analisadas. Pode-se observar que a abrangência desses relatórios em relação aos indicadores essenciais das diretrizes do GRI 2002 (quantidade de indicadores essenciais do GRI que estão apresentados de forma completa no relatório da empresa analisada) varia entre 36% e 63%. A quantidade de indicadores do GRI não apresentados nos relatórios das empresas varia de 3% a 42%.

RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C
Ano de publicação		2005	2006	2005
Indicadores essenciais	(1) plenamente cobertos (%)	36	58	63
	(2) parcialmente cobertos (%)	33	-	34
	Média de (1) + (2) (%)	75		
	(3) não cobertos (%)	31	42	3
	Média de (3)	25		

Tabela 3
Abrangência dos relatórios das empresas analisadas em relação lista de indicadores essenciais das diretrizes do GRI 2002

A Tabela 4 apresenta a abrangência dos relatórios analisados em relação aos tipos de indicadores essenciais (econômicos, ambientais e sociais).

RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	
Indicadores essenciais	plena ou parcialmente cobertos	Indicadores econômicos (%)	90	50	86
		Indicadores ambientais (%)	62	63	88
		Indicadores sociais (%)	84	96	96
	não cobertos	Indicadores econômicos (%)	10	50	20
		Indicadores ambientais (%)	38	37	12
		Indicadores sociais (%)	26	4	4

Tabela 4
Abrangência dos relatórios das empresas analisadas em relação às diretrizes do GRI 2002: Resultados por tipo de indicadores

Deve ser ressaltado que, entre as empresas pesquisadas, a classificação dos indicadores (indicadores plenamente cobertos, parcialmente cobertos e não cobertos) foi feita pelas próprias empresas. Auditores externos não verificaram nem a confiabilidade das informações dos relatórios, nem a classificação dos indicadores feita pelas empresas.

No caso dos indicadores não cobertos ou parcialmente cobertos, segundo classificação das próprias empresas, as empresas A e C não justificaram nos relatórios ou pelo *website* os motivos para a não apresentação completa dos indicadores, conforme sugerido pelo GRI. A empresa B o fez, porém nem sempre de forma convincente (exemplo: o indicador EN1 "uso total de materiais por tipo" não foi disponibilizado, pois a Empresa B não o considera relevante para as suas atividades).

Resumo da análise das informações Apresentadas sobre indicadores econômicos

Nas diretrizes do GRI 2002 estão listados treze indicadores econômicos, sendo dez essenciais e três adicionais. Alguns dos indicadores econômicos das diretrizes são: (a) vendas líquidas; (b) análise regional de mercado; (c) custos dos bens, materiais e serviços adquiridos; (d) total da folha de pagamento e benefícios agrupados por país ou região; (e) soma de todos os tipos de impostos já pagos, discriminados por país, subsídios recebidos de acordo com o país ou região; (f) doações à comunidade civil e a outros grupos; e (g) impactos econômicos indiretos da organização.

Como pode ser verificado na Tabela 4, segundo classificação feita pelas próprias empresas, a

cobertura total ou parcial dos indicadores econômicos essenciais nos relatórios investigados situa-se entre 50 e 90%. Já a não-cobertura situa-se entre 10 e 50%.

Os indicadores econômicos disponibilizados pelas três empresas foram apresentados de modo totalizado (isto é, um total geral, sem agrupação por país ou região), com exceção do indicador "Análise Regional de Mercado" (duas das empresas apresentaram dados específicos sobre o Brasil).

Constatou-se ausência de dados sobre "fornecedores: indicador de fluxo monetário" e sobre "setor público: indicador de fluxo monetário".

Quanto ao indicador "Doações à Comunidade Civil e a Outros Grupos", a empresa C forneceu dados monetários em forma de tabela, discriminados por tipo e por grupo, durante os anos de 2004 e 2005. A empresa A apresentou alguns de seus projetos sociais internacionalmente, porém não divulgou valores monetários. A empresa B não apresentou nenhuma informação sobre esse indicador.

Resumo da análise das informações Apresentadas sobre indicadores ambientais

Nas diretrizes do GRI 2002 estão listados 35 indicadores ambientais, sendo 16 essenciais e 19 adicionais. Dentre os indicadores ambientais das diretrizes, podemos mencionar: (a) uso total de materiais por tipo; (b) consumo direto de energia, segmentado por fonte primária; (c) consumo total de água, localização e tamanho das terras pertencentes à organização; (d) descrição dos principais impactos sobre a biodiversidade associados às atividades e/ou produtos e serviços; (e) quantidade total de resíduos por tipo e destino; (f) impactos ambientais significativos dos principais produtos e serviços; e (g) porcentagem recuperável dos produtos vendidos ao fim do seu ciclo de vida e porcentagem efetivamente recuperada.

Como pode ser verificado na Tabela 4, segundo classificação feita pelas próprias empresas, a cobertura total ou parcial dos indicadores ambientais essenciais nos relatórios investigados situa-se entre 62 e 88%. Já a não-cobertura situa-se entre 12 e 38%.

Constatou-se ausência de dados nos relatórios investigados sobre (i) uso total de materiais ou tipo, (ii) consumo indireto de energia, e (iii) descrição dos principais impactos sobre a biodiversidade associados às atividades e/ou produtos e serviços.

Quase todos os indicadores ambientais adicionais do GRI 2002 não foram disponibilizados nos relatórios analisados. Exemplos destes indicadores são: (i) iniciativas para uso de fontes de energia renováveis e para aumentar a eficiência da energia empregada; (ii) consumo anual de energia para os principais produtos; (iii) reciclagem e reutilização total de água; (iv) impactos de atividades e operações sobre áreas protegidas ou sensíveis; e (v) total de gastos ambientais e especificação por tipo.

Resumo da análise das informações apresentadas sobre indicadores sociais

Nas diretrizes do GRI 2002 estão listados 49 indicadores sociais, sendo 24 essenciais e 25 adicionais. Dentre os indicadores sociais das diretrizes, podemos mencionar:

- Práticas trabalhistas e trabalho decente: (a) especificar a mão-de-obra, se possível por região ou país, e (b) criação de empregos e rotatividade, por região/país;
- Direitos humanos: (c) descrição de políticas, diretrizes, estrutura corporativa e procedimentos para lidar com todos os aspectos dos direitos humanos relevantes nas operações da organização, e (d) evidência de consideração dos impactos sobre os direitos humanos como parte de investimentos e tomadas de decisão da compra;
- Sociedade: (f) descrição de políticas para gerenciar impactos sobre as comunidades que vivem em áreas afetadas pelas atividades da organização;
- Responsabilidade sobre o produto: (g) descrição de políticas para preservar a saúde e a segurança do consumidor durante o uso de produtos e serviços.

Como pode ser constatado na Tabela 4, segundo classificação feita pelas próprias empresas, a cobertura total ou parcial dos indicadores sociais essenciais nos relatórios investigados situa-se entre 84 e 96%. Já a não-cobertura situa-se entre 4 e 26%. Porém, nossa própria avaliação constatou que pelo menos metade dos indicadores sociais declarados pelas empresas como totalmente ou parcialmente cobertos na verdade não o são. Nossa análise situa o nível de não-cobertura dos indicadores sociais essenciais entre 52 e 68%.

Verificou-se nos relatórios investigados insuficiência de dados sobre os indicadores relacionados a direitos humanos e sociedade, tais como: (i) descrição de políticas, diretrizes, estrutura

corporativa e procedimentos para lidar com todos os aspectos dos direitos humanos relevantes nas operações da organização; (ii) descrição de políticas e procedimentos para avaliar e abordar o desempenho em direitos humanos dentro da cadeia de fornecedores e contratados; e (iii) descrição de políticas para prevenir o trabalho forçado e compulsório.

As empresas A e B colocaram uma média de 12% para o número de empregados do sexo feminino, o que indica que nestas empresas há, predominantemente, empregados do sexo masculino. A empresa C não apresentou este dado.

Quase todos os indicadores sociais adicionais do GRI 2002 não foram disponibilizados nos relatórios analisados. Exemplos destes indicadores são: (i) descrição de processos judiciais, incluindo questões relativas aos direitos humanos; e (ii) prêmios recebidos que sejam relevantes para o desempenho social, ético e ambiental.

Resumo geral da análise das informações e outras considerações

Avaliando-se os indicadores econômicos, ambientais e sociais disponibilizados pelas três empresas constatou-se que, com exceção de alguns indicadores econômicos, em sua maioria, os indicadores foram apresentados totalizados (um total geral, sem agrupação por país ou região). Nenhum dos relatórios analisados mostrou valores de desempenhos ambientais e sociais específicos nos diferentes países de atuação ou por planta industrial.

Também se verificou que muitas informações não foram descritas claramente nos relatórios, mesmo na apresentação dos indicadores classificados pela empresa como "plenamente cobertos". Na análise dos três grupos de indicadores, principalmente nos indicadores sociais, pôde ser constatado que parte dos indicadores declarados pelas empresas como totalmente ou parcialmente cobertos na verdade não o são. Isto significa que a não-cobertura real dos indicadores essenciais do GRI situa-se acima de 25% (ver Tabela 3).

Foram encontrados também alguns indicadores com descrições pormenorizadas, porém sem dados capazes de trazer confiabilidade às declarações realizadas.

Observou-se que as empresas pouco usaram os indicadores adicionais do GRI. Não há explicações sobre este fato. Ele pode significar que as empresas julgam esses indicadores como pouco significantes para os *stakeholders*, ou que elas preferem se deter nos indicadores essenciais (exigências mínimas das diretrizes do GRI), devido a custos (quanto maior o levantamento de dados e elaboração das informações, maiores os custos diretos com pessoal, ou com consultorias, por exemplo), ou por receio de exposição desvantajosa de dados sobre os negócios da empresa (uso das informações por empresas concorrentes ou grupos ativistas, por exemplo).

Não foi possível uma clara comparação quantitativa e qualitativa das informações dos relatórios. Apesar de os relatórios avaliados seguirem as diretrizes para elaboração de relatórios de sustentabilidade do GRI, os indicadores do GRI foram apresentados de forma heterogênea por cada companhia. Sendo assim, não foi realizado o *benchmarking* da sustentabilidade empresarial através dos relatórios de sustentabilidade das três empresas analisadas, o que possibilitaria a distinção daquelas com melhor e pior desempenho em relação a critérios ambientais e sociais.

Contatando as empresas

Constatada a impossibilidade de realizar as comparações entre as informações dos relatórios, entrou-se em contato com responsáveis pelas áreas de responsabilidade social, meio ambiente e sustentabilidade das empresas estudadas, tanto na Alemanha, quanto no Brasil. Chegou-se a esses profissionais principalmente através das listas de contatos disponibilizadas nos relatórios de sustentabilidade para o esclarecimento de eventuais dúvidas. O objetivo era o envio de questionários com perguntas que cobrissem lacunas dos relatórios de sustentabilidade avaliados.

Os contatados, tanto na matriz alemã quanto na subsidiária brasileira da empresa A, não responderam ao questionário enviado, apesar de aparente disponibilidade para cooperação. Foram feitos diversos contatos e no geral pode-se afirmar que quase nenhuma pergunta do questionário foi respondida.

Quanto às empresas B e C, desde o início os contatados não se comprometeram em fornecer dados. Como na empresa A, foram feitos diversos contatos e quase nenhuma pergunta foi atendida. Interessante ressaltar que as empresas responderam – de forma direta ou indireta – que não iriam fornecer dados adicionais sobre os seus desempenhos ambientais e sociais, fora os contidos nos relatórios de sustentabilidade.

As impressões dessas experiências contatando as companhias A, B e C foram que:

- as informações contidas nos relatórios de sustentabilidade foram liberadas e publicadas após severas análises e discussões internas, que ocorreram basicamente nas matrizes das empresas;
- o diálogo dos *stakeholders* com as matrizes é mais eficiente do que com as subsidiárias brasileiras, o que indica uma forte centralização da comunicação corporativa nas matrizes;
- as subsidiárias brasileiras fornecem dados para as matrizes para a elaboração dos relatórios de sustentabilidade, porém participam pouco do processo de elaboração e tampouco os empregam nos seus contatos com os *stakeholders* brasileiros, já que os relatórios não estão disponíveis em português e não existem referências dos relatórios de sustentabilidade (elaborados pelas matrizes) nos *sites* das subsidiárias.

Segundo investigações feitas nos *websites* das subsidiárias brasileiras, raras são as informações quantitativas sobre resultados alcançados em relação a meio ambiente e responsabilidade social. Ficam perguntas em aberto: Os *stakeholders* brasileiros não exercem pressão suficiente para que as subsidiárias disponibilizem mais informações? Os *stakeholders* brasileiros não são estratégicos o suficiente dentro da governança corporativa das companhias?

CONCLUSÕES

O objetivo principal deste estudo foi o de apresentar os resultados de pesquisa que avaliou os

relatórios de sustentabilidade de três multinacionais automobilísticas, que possuem matriz ou subsidiária de grande porte na Alemanha e plantas industriais no Brasil.

Não foi possível uma clara comparação das informações dos relatórios, pois os indicadores foram apresentados de forma heterogênea por cada companhia. Sendo assim, não foi realizado o *benchmarking* da sustentabilidade empresarial através dos relatórios de sustentabilidade das empresas.

Entrou-se em contato com responsáveis por áreas afins ao tema sustentabilidade, tanto das empresas estudadas na Alemanha quanto no Brasil. O objetivo era obter dados adicionais que cobrissem lacunas dos relatórios de sustentabilidade avaliados. Foram feitos diversos contatos e quase nenhuma dúvida foi esclarecida.

Adicionalmente, não foi possível uma comparação entre os desempenhos ambientais e sociais das instalações industriais na Alemanha e no Brasil, impedindo assim comprovar se as multinacionais implementam princípios ambientais e sociais de modo semelhante em ambos os países.

Observa-se que, apesar de as empresas analisadas apresentarem avanços em termos de sustentabilidade, para que o conceito de desenvolvimento sustentável seja consolidado é necessária uma melhor articulação e um maior grau de integração entre os diferentes níveis em que são implementadas as ações para a melhoria dos desempenhos ambiental e social, tanto nas instalações industriais localizadas nos países europeus, quanto nas suas subsidiárias (níveis global e local).

Referências bibliográficas

- ANFAVEA (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES). **Anuário estatístico 2007**. São Paulo, 2007.
- BLANKE, M. et al. **Wie nutzen große Unternehmen das Internet, um über Nachhaltigkeit zu Kommunizieren?** Universidade de Lüneburg, Lüneburg, 2004. INFU-Diskussionsbeiträge 24.
- BMU (MINISTÉRIO FEDERAL DE MEIO AMBIENTE DA ALEMANHA). **Sustainability in Corporate Reporting**. Centre for Sustainability Management, Germany, 2004. Newsletter 02.
- EPELBAUM, M.; AGUIAR, A. A. **Influência da gestão ambiental na competitividade na cadeia automobilística**, 2005. Disponível em: <<http://www.aguiar.eng.br>>. Acesso em: 10.05.2005.
- ETHOS. **Indicadores Ethos aplicados aos princípios do Pacto Global**. São Paulo, 2004. Disponível em: <www.ethos.org.br>. Acesso em: 02.03.2005.
- _____. **Critérios essenciais de responsabilidade social e seus mecanismos de indução no Brasil**, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.ethos.org.br>>. Acesso em: 10.12.2007.
- HERTIN, J.; BERKHOUT, F.; CIRILLO, M. **Sustainability benchmarking as an instrument for CSR governance**. SPRU (Science and Technology Policy Research), Brighton, 2007. Disponível em: <<http://www.sustainability-performance.org/results>>. Acesso em: 03.05.2007.
- GRI (GLOBAL REPORTING INITIATIVE). **Sustainability reporting guidelines**. 2a. ed. Amsterdam, 2005.
- _____. Search the Database. Amsterdam, 2007. Disponível em: <<http://www.globalreporting.org/ReportsDatabase/SearchTheDatabase>>. Acesso em: 05.12.2007.
- _____. **Diretrizes para Relatório de Sustentabilidade 2006**. Amsterdam, 2006. Disponível em: <http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/812DB764-D217-4CE8-B4DE-15F790EE2BF3/0/G3_GuidelinesPTG.pdf>. Acesso em: 15.04.2008.
- ONU (Organização das Nações Unidas). **Pacto Global: Comunicação de Progresso (COP)**. New York, 2007. Disponível em: <http://www.unglobalcompact.org/docs/communicationonprogress/templates/Visxo_Sustentxvel-Modelo_COP_2007-Portuguxs.doc>. Acesso em: 20.03.2008.
- TENÓRIO, F. G. (Org.). **Responsabilidade social empresarial**. Rio de Janeiro, FGV-Editora, 2004.
- UN (United Nations). **Making the connection**. Draft. New York, 2006. Disponível em: <[Http://www.globalreporting.org/NR](http://www.globalreporting.org/NR)>. Acesso em: 30.04.2007.
- VILAS, L.H.L. **Panorama da certificação ambiental no setor automotivo brasileiro: Um cenário das Empresas Randon**. Brasil, 2007. Disponível em: www.cebds.dynalias.net/cebds/docnoticia. Acesso em: 05.05.2007.
- VDA (ASSOCIAÇÃO ALEMÃ DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA). **Auto Jahresbericht**. Frankfurt, 2007.002.

Dados dos autores

Katia Regina Alves Nunes (katia_nunes@web.de), D.Sc., é Pesquisadora da Darmstadt University of Technology (Alemanha).

Rogério de Aragão Bastos do Valle (valle@pep.ufrj.br), D.Sc., é Professor da COPPE – Programa de Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

José Antonio Assunção Peixoto (jpeixoto@cefet-rj.br), D.Sc., é Professor do Departamento de Engenharia de Produção – DEPRO e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPTEC do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ).

Susanne Hartard, Dr.-Ing., é Pesquisadora da Darmstadt University of Technology (Alemanha).

Liselotte Schebek, Prof. Dr. Ret. Nat., é Pesquisadora da Darmstadt University of Technology (Alemanha).

Sonoluminescência: Implosão e Transformação

Ana Lucia Ferreira de Barros
Gabriel da Costa Watanabe
Rafael Jiu Thom Dang

RESUMO: *Sonoluminescência (SL) é um fenômeno no qual pequenos pulsos de luz são produzidos acusticamente através do aprisionamento de uma bolha de ar num recipiente preenchido com um líquido. A pressão acústica exerce uma grande força na bolha, causando periodicamente um colapso e uma expansão. Quando a bolha colapsa, esta emite pulsos de fótons na região azul do espectro visível, juntamente com uma grande quantidade de ultravioleta. Os flashes de luz são extremamente curtos, apresentando uma precisão extraordinária, e intensos o suficiente para serem vistos a olho nu. A excelente estabilidade associada ao fenômeno, por exemplo, tornou possíveis estudos mais detalhados das características de emissão dos flashes de luz, particularmente quanto à duração do flash e ao tamanho da bolha. Neste artigo, pretendemos explicar algumas dessas características, assim como descrever o método no qual estamos produzindo o fenômeno de sonoluminescência no Laboratório de Física Experimental e Aplicada (LaFEA) no CEFET/RJ.*

Palavras-chave: *Emissão de luz; Cavitação; Acústica; Sonoluminescência; Fusão nuclear.*

ABSTRACT: *Sonoluminescence (SL) is a phenomenon in which short flashes of light are produced by acoustically energy of sound wave which traps an air bubble in a liquid filled resonance chamber. These flashes can occur in a continuously repeating regular way. Sonic pressure places a large force on the bubble, causing it to collapse and expand periodically. When the bubble collapses, it emits ultra fast pulses of photons in the blue region of the visible spectrum, along with a large amount of ultra-violet. The flashes of light are very short, presenting an extraordinary precision, and intense enough to be seen with naked eye. The excellent stability associated with the phenomenon, for example, has made possible more detailed studies of the characteristics of issuing flashes of light, particularly regarding the duration of the flash and size of the bubble. In this paper we are trying to explain some of these issues, and describe the method in which we are able to produce the phenomenon of Sonoluminescence in our Laboratory of Applied and Experimental Physics (LaFEA) at CEFET/RJ.*

Keywords : *Light emission; Cavitation; Acoustic; Sonoluminescence; Nuclear fusion.*

INTRODUÇÃO

Sonoluminescência (SL) é um dos mais fascinantes fenômenos estudados nos últimos anos. Como muitas descobertas em ciências, o esforço de desvendar a relação entre a energia acústica e luminosa iniciou-se durante o tempo da guerra, neste caso, na Primeira Guerra Mundial. Entre 1920 e 1930, vários químicos e físico-químicos trabalharam para entender o fenômeno de cavitação. Uma das definições possíveis de cavitação é que este processo ocorre sempre que uma nova superfície é criada no interior de um líquido. Em termos gerais, o aparecimento de uma cavidade no interior de um líquido implica a existência de uma superfície dividindo a região em duas partes, cada uma delas ocupada por um fluido homogêneo: a parte interna da cavidade, constituída por gás ou vapor do líquido, e a parte externa. Esta definição ampla inclui como cavitação os fenômenos decorrentes da ebulição e efervescência, por exemplo. Em tais casos, as

cavidades geradas no líquido se expandem a um volume máximo, colapsando posteriormente. O processo de cavitação, ou seja, a produção de tais cavidades ou bolhas em um líquido, pode ser obtido através de explosões no interior do líquido, através do aquecimento do líquido, ou pela ação de uma onda ultra-sônica aplicada ao líquido, processo que se constitui no que se denomina cavitação acústica. Uma vez que a cavitação foi gerada, através de qualquer variação de pressão de intensidade suficiente, ela pode propagar-se rapidamente num líquido. Lord Rayleigh, com seu conhecimento em acústica, foi o primeiro a prover um tratamento quantitativo do fenômeno geral de cavitação no seu trabalho pioneiro de 1917 (1), "On the Pressure Developed in a Liquid During the Collapse of a Spherical Cavity". As bases para o tratamento de cavidades em líquidos foram estabelecidas de maneira sistemática. Desde aquele tempo, efeitos de cavitação têm sido aplicados em um grande número de processos científicos e tecnológicos, tais como limpeza por

ultra-som, sono-química, aplicações médicas, biologia, câmeras de bolhas, etc. Um aspecto particular do fenômeno foi observado em 1934, então chamado de "sonoluminescência", onde o colapso de bolhas individuais era acompanhado pela emissão de luz (2). Inicialmente, a sonoluminescência foi descoberta, estudando-se, então, estas bolhas geradas pelo processo de cavitação, no que se convencionou chamar cavitação de multi-bolhas ou sonoluminescência de multi-bolhas (MBSL).

Quando num líquido a pressão ambiente é reduzido abaixo de um certo valor, aproximadamente dado pelo valor da pressão de vapor no líquido, cavidades se desenvolvem no líquido. As cavidades podem também ser geradas pela ação de uma onda acústica ultra-sônica no líquido. Tais cavidades têm seu tamanho alterado através de processos de dissolução ou expansão de gases no seu interior, podendo apresentar um comportamento muito diferente, dependendo das condições em que se encontram: as bolhas podem se dissolver no líquido, crescer, e até mesmo se fragmentar em outras pequenas bolhas.

Foi somente no final de 1990 que se tornou possível tecnologicamente aprisionar uma única bolha de sonoluminescência (SBSL), conseguindo, assim, sua emissão de luz. Gaitan *et al.* (3) atingiram as exatas condições experimentais nas quais uma única e estável bolha de gás de poucos microns de tamanho, levitada em um frasco de água por um forte campo acústico modelado periodicamente, poderia emitir *flashes* de luz em cada um dos ciclos acústicos. A partir dessa data, o estudo da sonoluminescência tornou-se um campo de amplo e de vívido interesse científico.

Na SBSL, os *flashes* de luz são extremamente curtos, apresentando uma precisão extraordinária, e intensos o suficiente para emitir fótons. A obtenção do fenômeno repetidas vezes permitiu que o mesmo fosse estudado em maior detalhe e precisão. A estabilidade do fenômeno tornou possíveis estudos mais detalhados das características de emissão dos *flashes* de luz, particularmente quanto à duração do *flash* e ao tamanho da bolha. Esta conversão de ondas sonoras em *flashes* de luz que ocorre com bolhas de poucos microns de tamanho levitadas acusticamente em um líquido se constitui num campo de amplas investigações científicas, seja pelas dificuldades inerentes ao processo, na inadequação de algumas teorias e modelos propostos, seja nas limitações experimentais encontradas. Apesar da existência de uma grande diversidade de teorias, modelos teóricos e

experimentos que têm sido propostos nos últimos dez anos, procurando explorar o fenômeno, suas características e os principais efeitos a ele associados, ainda há várias perguntas sem respostas satisfatórias. Particularmente intrigantes são as questões associadas ao mecanismo de aquecimento do gás no interior da bolha, ao processo de emissão de luz, à necessidade de dopagem com porcentagens mínimas de gases nobres para se obter o fenômeno, à influência da temperatura do líquido na intensidade da radiação emitida, à razão pela qual a água tem se mostrado um dos líquidos ideais para a observação do fenômeno, e muitas outras. Até hoje, esse fenômeno tem sido estudado de forma bem eficaz e, ainda assim, sua causa permanece desconhecida.

DESCRIÇÃO DO FENÔMENO

A SBSL é um fenômeno intrigante: a onda acústica ultra-sônica que guia a bolha no líquido e a mantém na posição próxima ao antinodo de pressão, ao mesmo tempo, governa suas oscilações. A SBSL estável se caracteriza pela emissão de um *flash* de luz em cada período de oscilação da onda acústica ultra-sônica, precisamente na mesma fase de oscilação, apresentando o mesmo brilho e a mesma intensidade por milhões de ciclos acústicos. O fenômeno da sonoluminescência representa de maneira inequívoca a tendência da Natureza em concentrar energia em fluidos em situações de não-equilíbrio. Neste caso, tal concentração é da ordem de 10^{11} a 10^{12} , dando origem a *flashes* de luz extremamente curtos. A característica principal da dinâmica da bolha é a assimetria verificada entre as fases de expansão e colapso: durante a lenta fase de expansão, a bolha absorve energia do campo acústico, concentrando-a posteriormente no seu interior durante a fase do colapso. A origem de tal assimetria é a inércia da bolha, que continua sua fase de expansão mesmo após a pressão acústica agindo sobre ela ter se tornado positiva. A Figura 1 ilustra o comportamento típico do raio $R(t)$ de uma bolha sonoluminescente: a bolha possui inicialmente um raio inicial $R_0 = 4.5 \mu m$, estando nesta situação em equilíbrio com o campo de pressão ambiente, cujo valor típico é $p_0 = 1 atm$. Aplicando-se a onda acústica à bolha, inicia-se a fase de rarefação do campo sonoro externo. À medida que esta fase se desenvolve, a bolha se expande, no intervalo de tempo indicado por t_A .

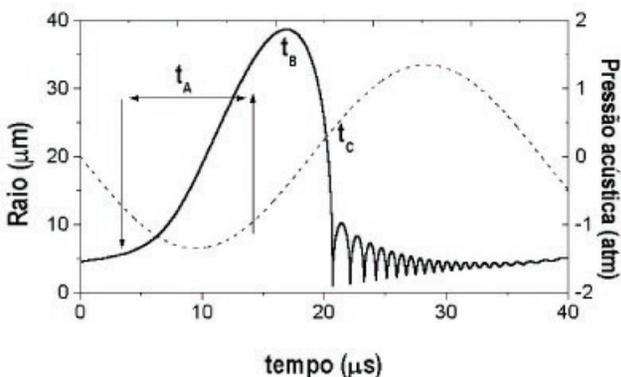


Figura 1
Raio versus tempo para uma bolha sonoluminescente típica durante um ciclo completo da onda acústica externa. Este é um dos resultados obtidos a partir da integração numérica das equações dinâmicas que governam o fenômeno da SBSL (4)

Nesta parte do ciclo acústico, a pressão total agindo sobre a bolha é negativa. No momento em que esta pressão se torna positiva, a bolha continua sua fase de expansão, devido à sua inércia, atingindo um raio R_{max} em t_B . É interessante notar que a bolha continua a se expandir nesta parte do ciclo acústico, quando a onda sonora a ela aplicada já iniciou sua fase de compressão. Após esta fase de expansão relativamente suave da bolha, seu volume aumentou cerca de 1000 vezes em relação ao seu valor ambiente. Conseqüentemente, a pressão no interior da cavidade diminui na mesma proporção. Isto implica que condições muito especiais são atingidas no interior de uma bolha sonoluminescente no estágio seguinte do ciclo acústico, designado por t_C : o vácuo que se produziu no interior da bolha durante a fase de expansão não consegue resistir à pressão ambiente externa de 1 atm, dando origem a um catastrófico colapso da bolha. No momento do colapso, pressões e temperaturas extremamente altas se desenvolvem no interior da bolha, sua densidade sendo comparada à densidade da matéria sólida. Então, o *flash* de luz é emitido. Após este violento colapso e a emissão do *flash* de luz, a bolha segue inalteradamente a sucessão de fases de expansão-colapso-emissão do *flash*, em perfeita sincronia com o campo acústico aplicado, podendo permanecer em regime de oscilação por milhões de ciclos acústicos.

A sonoluminescência é um fenômeno que se verifica em condições muito especiais. Este processo não ocorre para amplitudes de pressão acústica inferiores a 1.2 atm, por exemplo. Outra quantidade importante é a razão de expansão R_{max} / R_0 que está intimamente relacionada à observância ou não do

fenômeno (4). O fenômeno é observado se a condição $R_{max} / R_0 \geq 10$ é satisfeita. Este valor depende crucialmente do valor da pressão acústica aplicada à bolha. Por exemplo, para pequenas amplitudes do campo acústico, consegue-se manter uma bolha levitada no líquido, e em regime de oscilação; porém, o *flash* de luz não é observado, já que neste caso a razão de expansão é inferior a 10. Aumentando-se o valor da amplitude de pressão acústica, já se observa a emissão do *flash* de luz característico, à medida que a razão de expansão R_{max} / R_0 aumenta. Estes *flashes* têm duração bastante inferior a um nano-segundo, sendo extremamente mais curtos do que o período de oscilação da bolha. Experimentos têm revelado que a duração do *flash* de luz é muito curta (4-7), Barber *et al.*(5), apontando 50ps como o limite superior. Já Moran *et al.* (6) fornecem 10ps, enquanto medidas recentes de Gompf *et al.*(7) fornecem 100-300ps, dependendo da pressão acústica aplicada à bolha e da concentração do gás dissolvido no líquido.

Na Figura 2 apresentamos um espectro típico de uma bolha sonoluminescente de ar em água. A intensidade dos *flashes* aumenta progressivamente em direção próximo ao ultravioleta (UV) (onde a absorção provocada pela água presente no frasco torna impossíveis observações de energias mais altas) (8-9), apresentando um espectro de energia no qual não se observam características tais como picos ou linhas espectrais (8-10). Este espectro tem grande similaridade com o espectro de radiação de Bremsstrahlung, além de uma dependência não usual da intensidade da luz com uma dopagem mínima de gases nobres (7-9). O fluxo de radiação integrada permite estimar que, aproximadamente entre $10^5 - 10^6$, moléculas do gás que preenchem o interior da bolha emitem fótons (6). Enquanto o mecanismo exato de emissão de luz é ainda uma questão em discussão, todas as teorias já sugeridas concordam que temperaturas de no mínimo $10^4 - 10^5$ K são atingidas durante o colapso das bolhas, ou seja, o interior de uma bolha em SBSL torna-se muito mais quente do que uma bolha em MBSL.

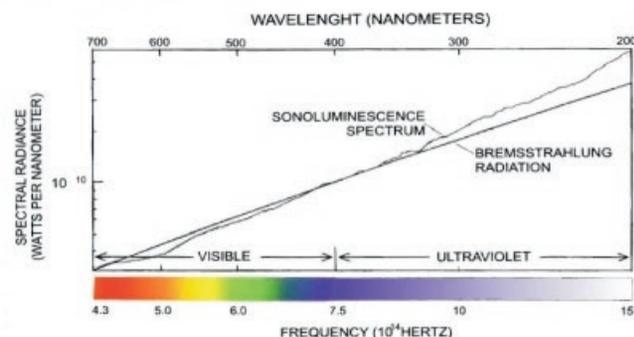


Figura 2
Um espectro típico de uma bolha sonoluminescente de ar em água

Uma possível explicação dos mecanismos básicos de emissão de luz em SBSL permanece ainda incompleta. Uma das teorias mais aceitáveis é de que a dinâmica da SBSL dependa fortemente da porcentagem de gás nobre no seu interior.

Quando a bolha está oscilando num líquido contendo gás dissolvido, o gás irá difundir na bolha durante o estágio de expansão da bolha e irá difundir para fora durante o estágio de compressão. Para pequenas amplitudes de oscilação, o fluxo resultante por difusão de gás é zero, devido a variações não lineares do raio da bolha. Então, a bolha irá eventualmente dissolver-se como resultado da tensão superficial. Para grandes amplitudes de oscilações, existe uma assimetria temporal considerável no comportamento do raio. A bolha perde mais tempo expandindo-se do que comprimindo. Então, dois ciclos de difusão não compensarão completamente um ao outro em um ciclo completo; a quantidade de gás irá difundir mais no interior da bolha do que para fora da mesma. Assim, a bolha tende a crescer com o tempo. Este processo é chamado de teoria da difusão retificada (10), sugerindo que o oxigênio e nitrogênio moleculares contidos no interior de uma bolha sonoluminescente de ar sejam convertidos em espécies quimicamente reativas, que são transferidas de maneira rápida e irreversível para o líquido que circunda a bolha, enquanto que os gases nobres (não reativos) permanecem no seu interior, sendo estes os responsáveis pela radiação emitida. Por outro lado, um aspecto geralmente aceito em SBSL é que o fenômeno surge do aquecimento do gás no interior da bolha durante a sua fase de colapso, embora a hidrodinâmica e a termodinâmica associadas ao fenômeno não sejam ainda bem compreendidas. Apesar disso, vários trabalhos elaboraram modelos que tratam do aquecimento do gás no interior da bolha, tendo sido sugerido que o gás se aquece por compressão isoentrópica (11) ou por compressão gerada por ondas de choque, que ocorrem possivelmente na fase final do colapso da bolha. Tais ondas de choque, ao se concentrarem no interior da bolha, gerariam altíssimas temperaturas e pressões, comprimindo o gás tão fortemente, que *flashes* de luz seriam emitidos. No entanto, estes valores de temperatura extremamente altos ocorrem, já que nenhum efeito dissipativo é incluído em tais modelos. Efeitos dissipativos tais como a condução térmica entre a bolha e o líquido que a circunda têm sido incluídos em diversos modelos, na sua maioria considerando uma temperatura constante na interface bolha-líquido. Já se sabe, por exemplo, que as bolhas exibem um comportamento isotérmico durante a fase lenta de expansão e um comportamento adiabático durante a fase de compressão. O calor transferido para a bolha durante a fase de expansão

desempenha um papel crucial na determinação da temperatura máxima atingida no interior da bolha (6).

APARATO EXPERIMENTAL PARA SBSL

O aparato experimental capaz de produzir o fenômeno da SBSL é relativamente simples, como mostrado de maneira esquemática na Figura 3. O equipamento básico necessário é: um ressonador, que pode ser de pyrex ou, preferencialmente, de quartzo, devido à transparência ao ultravioleta; um par de transdutores piezoelétricos (doravante chamados de piezos ou PZT); um microfone piezoelétrico ou um hidrofone; um gerador de funções preciso; um amplificador; dois osciloscópios; um circuito simples formado de resistores de $1\text{M}\Omega$, em série com um resistor de $10\text{k}\Omega$. Esse conjunto está em paralelo com um indutor de 23mH e com os dois PZT's que estão fixados ao ressonador esférico e uma resistência de 10Ω . Uma bomba de vácuo é utilizada no processo de degaseificação da água, permitindo a manipulação dos gases.

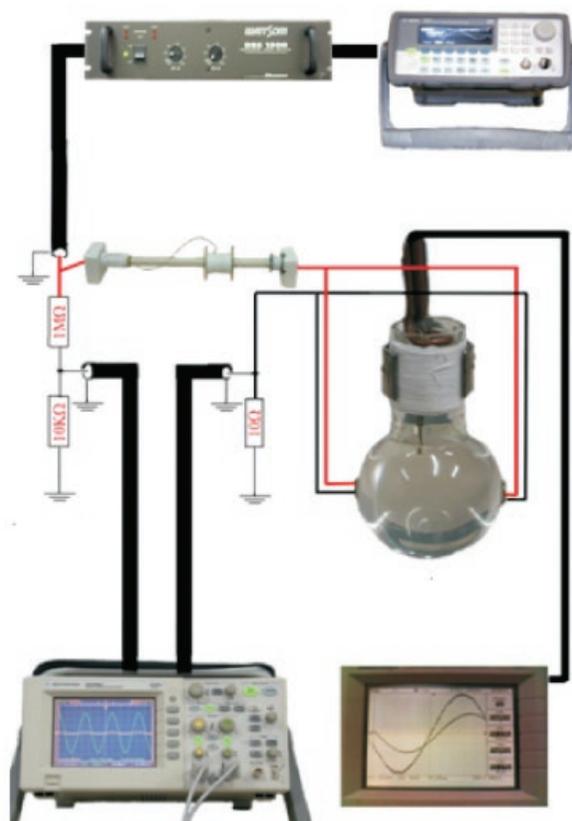


Figura 3
Esquema experimental básico, ou seja, o gerador de função, o amplificador, o respectivo circuito acima, o ressonador e os piezos elétricos (PZT), além dos osciloscópios

OBTENÇÃO DO EFEITO SONOLUMINESCENTE

Uma tensão oscilante aplicada passa através das cerâmicas piezoelétricas (PZT) fixadas diametralmente opostas no frasco de quartzo esférico (ressonador), que contém uma bolha de ar numa mistura de água degaseificada. Os transdutores piezoelétricos (PZT) convertem energia elétrica em energia mecânica e vice-versa. O efeito piezoelétrico foi descoberto por Pierre e Jacques Curie em 1880 e consiste na variação das dimensões físicas de certos materiais sujeitos a campos elétricos (12). A tensão elétrica provoca vibrações às cerâmicas, que passam a agir como transdutores, governando a bolha até que a frequência de ressonância seja atingida. Uma onda acústica cuja frequência é tal que o líquido oscile numa dada razão entre a velocidade do som na água (1481 m/s) e o seu diâmetro deve ser aplicada no frasco ressonador para manter a posição da bolha próxima do antinodo de pressão da onda acústica, o qual se encontra no centro do ressonador. A frequência de ressonância do frasco deverá estar no meio das frequências de trabalho do gerador e a tensão na entrada do amplificador, e não deverá exceder o máximo especificado pelo fabricante.

A preparação do líquido (água) é fundamental para a observação do fenômeno: ela deverá ser pura, sem partículas suspensas ou produtos químicos ou íons e, principalmente, deverá ter pouco ar dissolvido. Há diferentes métodos para a preparação da água; o mais completo é destilar e deionizar antes de degaseificar a água (13), a qual poderá, ou ser fervida por pelo menos 20 minutos antes de ser resfriada, ou ser degaseificada a vácuo por 20 minutos (12). A vantagem do vácuo é que a água já é resfriada enquanto é degaseificada e leva menos tempo para chegar a temperaturas mais baixas, o que implica em menos tempo para que o ar atmosférico venha a contaminá-la. A fase de dissolução da amostra gasosa no meio líquido deve ser realizada logo após a degaseificação. Neste caso, maiores temperaturas e a agitação favorecem a dissolução na água.

Com a água e todo o equipamento preparado, regula-se o valor da indutância da bobina para garantir o cancelamento das reatâncias indutiva com a capacitiva, visto que o piezoelétrico apresenta um efeito capacitivo, o qual retira potência do sistema. Quando ocorre o casamento de fases entre a bobina e o piezo (monitorados no osciloscópio), a voltagem pico a pico do microfone será máxima; assim, o líquido oscilará numa frequência de ressonância dada pela

razão entre a velocidade do som na água e o seu diâmetro. Uma vez ajustado o equipamento, criam-se cavidades no líquido, as quais o campo acústico tenta aprisionar. Para baixos níveis de pressão acústica aplicados, a bolha lentamente se dissolve no líquido. Em níveis mais altos da pressão acústica, a bolha apresenta um comportamento estável (sem dissolução), porém não emite luz. Somente para níveis muito altos de pressão acústica é que a bolha repentinamente diminui de tamanho de maneira violenta e emite o *flash* de luz. Pequenas ondulações na senóide indicam a interferência da bolha no campo acústico. Elas provêm da interferência das ondas de choque interferindo com a célula ressonante. Após conseguirmos estabilizar a observação a olho nu, a utilização de uma fotomultiplicadora faz-se necessária para a obtenção da intensidade do sinal, como mostrado na Figura 4.

Aumentando-se ainda mais a pressão acústica aplicada à bolha, a emissão de luz se torna mais e mais intensa. Eventualmente, um limite superior para a pressão acústica é atingido, no qual a bolha abruptamente desaparece, sendo que a SBSL estável é observada para pressões acústicas de 1.2 atm a 1.5 atm, sendo a pressão ambiente de 1 atm. A fim de se obter certo grau de reprodutibilidade experimental, é adequado selar o frasco, o que permite que as condições do gás e do líquido sejam mais bem controladas. Voltagens típicas aplicadas às cerâmicas PZT são necessárias para governar e manter a bolha sonoluminescente e variam entre 50 e 150 V a frequência da onda acústica aplicada, sendo tipicamente compreendida entre 20 e 40 kHz.

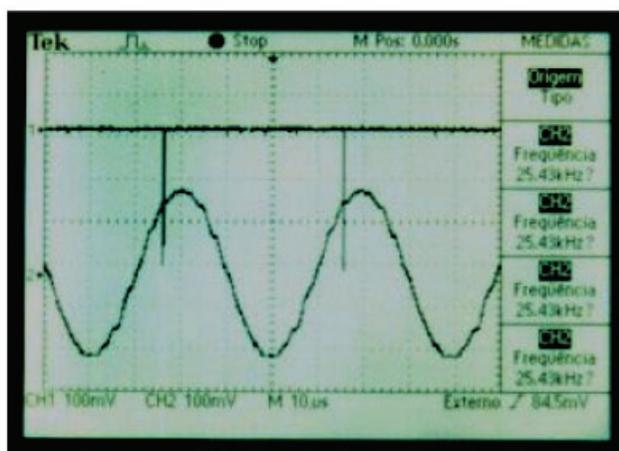


Figura 4
Sinal do canal (2) do osciloscópio obtido no aprisionamento da bolha + ressonância à frequência de 25.43kHz e o sinal do canal (1) da emissão de luz gerada pela fotomultiplicadora. Sistema fechado de água + xenônio a 150 atm (15)

CONCLUSÕES

As pesquisas em sonoluminescência atualmente prosseguem em várias direções: a busca por uma compreensão mais elucidativa a respeito do processo de emissão de luz ocupa uma posição de destaque. Não menos importante são as questões relacionadas ao espectro de emissão de luz e sua intensidade. Especulações iniciais em SBSL apresentavam como futuramente viável a aplicação do fenômeno para a produção de fusão de átomos de hidrogênio, no sentido de se obter a produção de enormes quantidades de energia. Tais perspectivas ainda não se confirmaram (16-17). O uso tecnológico desta fonte de energia é bastante promissor em pesquisas em sonoquímica, em que os efeitos das ondas ultra-sônicas podem aumentar as taxas de reações químicas, acelerando reações e até mesmo produzindo compostos totalmente novos. Algumas características da sonoluminescência são tão extremamente particulares, de forma que ainda existem inúmeras questões sem respostas satisfatórias (10-13), como por exemplo: Quais as razões que tornam a sonoluminescência tão sensível à temperatura do líquido que hospeda a bolha, uma vez que a intensidade do *flash* aumenta cerca de 100 vezes quando a temperatura do líquido é diminuída de 40°C a 0°C?; Por que a presença de gases nobres mostra ser essencial à emissão de luz em gases diatômicos?; Qual

é o mecanismo de emissão de luz em tais bolhas sonoluminescentes?

O fato é que um consenso definitivo a respeito do que realmente acontece no interior de tais cavidades, do seu conteúdo e o mecanismo através do qual a conversão de energia atinge a altíssima proporção de 12 ordens de magnitude ainda não foi atingido. A reprodutibilidade dos experimentos apresenta atualmente várias limitações. Uma delas é o pequeno número de grupos nos quais tal trabalho é realizado. Além disso, as condições experimentais não são divulgadas na maior parte das vezes. Como podemos observar, ainda existe muito a ser estudado neste assunto. No LaFEA, estamos estudando os efeitos que a difusão de gases através da interface líquido-bolha exercem na intensidade da bolha, assim como a sua estabilidade, e pretendemos em breve também utilizar diferentes substâncias como líquido, ao invés de água, como por exemplo: ácido sulfúrico (18). Assim, experiências, modelos, tentativas das mais variadas não têm faltado. O fato é que um enfoque mais objetivo e coerente precisa ser buscado, para que as dúvidas hoje comuns a muitos grupos de pesquisa possam convergir, limitando o problema, talvez podendo produzir resultados de utilização mais amplos e perfeitamente reprodutíveis.

Referências bibliográficas

1. Lord Rayleigh. *Phyl. Mag.* **34**, 94 (1917)
2. Frenzl, H. and Schultes, Z. *Phys. Chem.* **B27**, 421-424, (1934).
3. D.F.Gaitan. *An Experimental Investigation of Acoustic Cavitation in Gaseous Liquids*, Ph. D. Thesis, The University of Mississippi (1990).
4. Putterman, Seth, J. and Weninger, K. R. *Annu. Rev. Fluid Mech.* **32**:445-476 (2000).
5. B. P. Barber, R. A. Hiller, K. Arisaka, H. Fetterman e S. J. Putterman: *J. Acoust. Soc. Am.* **91**, 3061 (1992).
6. M. J. Moran, R. E. Haigh, M. E. Lowry, D. R. Sweider, G. R. Abel, J. T. Carlson, S. D. Lewia, A. A. Atcheley, D. F. Gaitan e X. K. Maruyama. *Nucl. Instrum. Methods B* **96**, 651 (1995).
7. B. Gompf, R. Günther, G. Nick, R. Pecha e W. Eisenmenger. *Phys. Rev. Lett.* **79**, 1405 (1997).
8. B. P. Barber, R. A. Hiller, R. Löfstedt, S. J. Putterman, K. R. Weninger. *Phys. Reports*, **281**, 65 (1997).
9. R. Hiller, K. Weninger, S. J. Putterman e B. P. Barber. *Science* **266**, 248 (1994).
10. R. Hiller, S. J. Putterman e B. P. Barber. *Phys. Rev. Lett.* **69**, 1182 (1992).
11. W. C. Moss, D. B. Clarke e D. A. Young: *Science* **276**, 1398 (1997).
12. B. P. Barber e S. J. Putterman. *Nature* **352**, 318 (1991).
13. M. P. Brenner, S. Hilgenfeldt e D. Lohse. *Why Air Bubbles in Water Glow so Easily, Nonlinear Physics of Complex Systems Current Status and Future Trends*, Springer Lecture Notes in Physics (Springer, Berlin 1996), p.79.
14. Suslick, K. S.; Oxley, J. D.; Prozorov, T. *Sonochemistry and Sonoluminescence of Room-Temperature Ionic Liquids*, *J. Am. Chem. Soc.*, **125**, 11138-11139 (2003).

15. A. L. F. de Barros, B. Lesche e T. Kodama. *Observation of Single Buble Sonoluminescence Light*, XXXIENFMC (2008).
16. S. Hilgenfeldt. *Sonoluminescence: Sound basis for light emission*, Nature Physics **2**, 435, (2006).
17. D. J. Flannigan *et al.* *Measurement of Pressure and Density Inside a Single Sonoluminescing Bubble*, Physical Review Letter, **96**,204301 (2006).
18. Gabriela F. Puente, et al. Phys. Rev. E **75**, 016314 (2007).

Dados dos autores

Ana Lucia Ferreira de Barros (abarros@cefet-rj.br) é doutora em Física pela UFRJ e Professora Adjunta do CEFET-RJ.

Gabriel da Costa Watanabe (watanabe01@gmail.com) é aluno do curso de Engenharia Industrial de Controle e Automação do CEFET/RJ e aluno-bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

Rafael Jiu Thom Dang (rjtdang@gmail.com) é aluno do curso Engenharia Industrial de Produção no CEFET/RJ e aluno-bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

ECONOMIA DO HIDROGÊNIO: Mais do que um ASSUNTO do FUTURO

ENTREVISTA COM MARCELO LINARDI

Marcelo Linardi é o coordenador-geral do Programa de Células a Combustível e Hidrogênio no IPEN/CNEN-SP. Graduado em Engenharia Química (Unicamp), Mestre em Ciências Nucleares (ITA), Doutor em Engenharia Química (Universitat Karlsruhe), realizou Pós-Doutoramento na Universidade de Darmstadt, Alemanha. Pesquisador-titular do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, tem experiência na área de Química, com ênfase em Eletroquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: célula a combustível, eletroquímica, eletrocatalise, hidrogênio e etanol.



Madeira, carvão, petróleo, gás natural – a humanidade, em sua história, mostra a utilização de diferentes fontes de energia alimentando a economia. Hoje, projeta-se a Economia do Hidrogênio na sociedade. Vetor energético, o hidrogênio, por não estar disponível na natureza, tem de ser obtido de uma fonte primária que o contenha, o que implica, naturalmente, desenvolvimento tecnológico. Obtido de diferentes maneiras, em qualquer país ou região do planeta, o hidrogênio, porém, pode representar a democratização das fontes de energia, além de uma resposta à crescente preocupação de preservação ambiental.

T&C – No cenário mundial, quais as perspectivas do hidrogênio como fonte de energia para as próximas décadas?

ML – Considerando-se que as fontes fósseis são finitas e, portanto, os preços aumentam gradativa e seguramente, que seu consumo é ineficiente sob o ponto de vista energético, que a localização de suas reservas gera conflitos políticos e, por fim, mas não menos importante, que a queima desses combustíveis gera emissões nocivas ao meio ambiente (exceto a nuclear), pode-se afirmar que a chamada "Economia do Hidrogênio" será uma realidade. Projeta-se para a década de 2080 que 90% da energia provirão do hidrogênio. Entretanto, vários desafios ainda devem ser vencidos. Além do desenvolvimento da tecnologia das células a combustível (o conversor de energia), estão: a produção, o armazenamento e a distribuição do hidrogênio, a capacitação de recursos humanos, a regulação quanto à segurança e padronização, e a mudança de paradigma energético, que envolve a necessidade de parcerias entre instituições do governo, setor industrial, setor de serviços, ONGs, etc.

Alguns consensos sobre a futura economia plena do hidrogênio podem ser citados. Um deles é que ela já começou, não se tratando, portanto, de "assunto do futuro", como se ouve freqüentemente. As tecnologias de células a combustível, produção, armazenamento e transporte de hidrogênio já existem, embora ainda não maduras. A degradação do meio ambiente e suas conseqüências, como o aquecimento global, são fato insustentável a médio e longo prazos.

Uma grande mudança ocorrerá com a introdução da "Economia do Hidrogênio". As células a combustível se prestam à geração distribuída de

energia elétrica, com unidades de relativo pequeno porte (alguns Watts até alguns MW), se comparadas com as centrais elétricas atuais (de até milhares de MW). Entende-se por geração distribuída de energia elétrica a geração *in loco*, independente da rede, com a compra, então, de um combustível, hidrogênio, ou mais adequadamente, um combustível primário rico em hidrogênio, a ser reformado localmente, fato que evita dispendiosas linhas de transmissão, o que, conseqüentemente, aumenta a confiabilidade dessa energia produzida localmente, evitando ou minimizando apagões.

Uma observação final nos leva à seguinte reflexão: como o hidrogênio pode ser obtido de diversas maneiras, qualquer país ou região do planeta pode obtê-lo. Neste caso, com a introdução da "Economia do Hidrogênio" tem-se, pela primeira vez na história da humanidade, uma democratização das fontes de energia, que seguramente gerará mais progresso e menos tensões políticas.

T&C – E no caso do Brasil? Como se situa a pesquisa para a utilização do hidrogênio como "combustível do futuro"?

ML – Muitas instituições de pesquisa brasileiras possuem hoje atividades nesta importante e estratégica área. O Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas Células a Combustível, elaborado em 2002 pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), tem o objetivo de coordenar os desenvolvimentos isolados para atuação em redes nacionais, com a participação de universidades, centros de pesquisa e empresas brasileiras. Com ele, pretende-se ainda apoiar o estabelecimento de indústria nacional para produção e fornecimento de sistemas energéticos com células a combustível.

O programa abrange todo o território nacional, garantindo o uso mais racional dos recursos investidos. As principais premissas deste programa são:

- desenvolver ações integradas e cooperadas, que viabilizem a criação de uma tecnologia nacional em sistemas energéticos baseados em células a combustível, visando produção de energia elétrica de maneira mais limpa e eficiente. Incluem-se as áreas de eletroquímica e catalisadores, materiais de células a combustível, células a combustível tipo PEM (Proton Exchange Membrane), células a combustível tipo SOFC (Solide Oxide Fuel Cell), reforma de etanol, reforma de gás

natural, sistemas ligados a células a combustível, etc.;

· atuar com eficiência na transferência de tecnologia das universidades e centros de pesquisa para as empresas, com o intuito de aumentar a competitividade da economia brasileira, inclusive através de mecanismos de cooperação internacional;

· formar e capacitar recursos humanos na área;

· estabelecer normas e padrões técnicos para certificação dos processos, tecnologias e produtos de interesse na área para as várias aplicações estacionárias, veiculares e portáteis;

· viabilizar projetos de demonstração.

O programa utiliza recursos dos Fundos Setoriais (CTPetro, CTEng e Verde-Amarelo) e dispõe, numa primeira fase, de R\$ 7 milhões destinados à pesquisa, a partir de dezembro de 2006, gerenciados pela FINEP.

T&C – O Plano de Ação 2007-2010 do Ministério da Ciência e Tecnologia – Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – aponta que o Governo brasileiro já tomou decisões estratégicas em favor da Economia do Hidrogênio. Que iniciativas estão sendo conduzidas nesse sentido?

ML – Duas iniciativas governamentais importantes estão em curso no momento. A primeira a ser implementada foi a criação do *Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas Células a Combustível*, em 2002, pelo MCT, citado anteriormente, visando habilitar o país a se tornar um produtor internacionalmente competitivo nesta área. A segunda está sob o comando do Ministério de Minas e Energia (MME) e foi elaborado com a colaboração de muitos especialistas da área. Esta iniciativa do MME deve nortear as ações do governo brasileiro para a entrada do Brasil na "Economia do Hidrogênio". Os dois principais tópicos deste documento são a introdução, em 2020, do hidrogênio na matriz energética do país e a escolha do etanol como a fonte principal deste hidrogênio renovável.

T&C – Existem barreiras, pontos críticos a serem enfrentados para a efetiva introdução da Economia do Hidrogênio em nossa sociedade?

ML – Os pontos críticos relevantes para o estabelecimento pleno da "Economia do Hidrogênio" são, primeiramente, o fato de o hidrogênio ser um vetor energético, ou seja, não está disponível na natureza, tendo de ser obtido de uma fonte primária que o contenha, elevando o seu custo, atualmente, a valores não competitivos comercialmente para fins energéticos

em grande escala. Outros pontos críticos seriam a segurança em seu manuseio, seu armazenamento e transporte, e, não menos importante, o desenvolvimento e o preço das células a combustível, equipamento mais adequado para sua conversão em energia elétrica (e térmica). O debate é amplo, necessário e, às vezes, controverso, mas está aberto à discussão, não só da comunidade científica, como também dos políticos responsáveis pelas ações estratégicas e de empresários do setor.

T&C – Como o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares vem atuando para o desenvolvimento de tecnologias associadas ao hidrogênio?

ML – O IPEN possui um histórico de realizações importantes nas áreas nuclear e energética do país. Neste contexto, iniciou-se no IPEN, em 2000, ou seja, anteriormente ao Programa Brasileiro, uma nova frente de estudos na área de fontes energéticas eficientes e de baixo impacto ambiental, escolhendo-se o estudo e desenvolvimento de sistemas associados à tecnologia de células a combustível. Os principais objetivos deste programa institucional incluem a geração de conhecimento científico-tecnológico, inovação e formação de recursos humanos na área de células a combustível. O programa prevê uma atuação institucional salvaguardando a propriedade intelectual em todo o desenvolvimento tecnológico e de inovação. O foco do programa é a geração distribuída de energia elétrica. O organograma do programa está dividido em quatro grupos de desenvolvimento científico-tecnológico: PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell – Célula a Combustível tipo Membrana condutora de Prótons), SOFC (Solide Oxide Fuel Cell – Células a Combustível de Óxidos Sólidos), Produção de Hidrogênio, e Sistemas.

Em relação ao ensino, o IPEN está associado à Universidade de São Paulo e possui, na área de Células a Combustível e Hidrogênio, um curso de pós-graduação estruturado, que oferece nove disciplinas. Várias teses de doutorado e dissertações de mestrado, bem como publicações internacionais e mais de 20 patentes tornaram o IPEN uma referência nacional na área.

Também é atribuição do programa a participação intensiva na organização e operação do PROH2 (Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio) do MCT.

T&C – O hidrogênio, como fonte de energia, já pode ser produzido em escala industrial? Como se constituem suas unidades produtoras? E seu custo em relação a outras fontes energéticas?

ML – A produção em grande escala de hidrogênio já está, hoje, bem desenvolvida, embora para aplicações não-energéticas. Como já mencionado, a conversão do hidrogênio em energia elétrica por meio das células a combustível é bastante adequada para pequena escala (alguns W até algumas centenas de kW). Nestes casos, a produção de hidrogênio em pequena escala ainda é um problema técnico-econômico a ser solucionado. Entretanto, a "Economia do Hidrogênio" apresenta uma grande vantagem em relação aos outros energéticos. A obtenção do hidrogênio é bastante flexível, sendo esta uma de suas características mais interessantes. Pode ser obtido a partir de energia elétrica (via eletrólise da água), pelas fontes hidroelétricas, geotérmicas, eólica e solar fotovoltaica, geológicas e, também, da eletricidade de usinas nucleares. Pode ainda ser obtido da energia da biomassa (via reforma catalítica ou gaseificação, seguido de purificação) como etanol, lixo, rejeitos da agricultura, etc. As fontes de hidrogênio mais viáveis economicamente são, entretanto, os combustíveis fósseis (via reforma catalítica ou gaseificação, seguido de purificação) como petróleo, carvão e gás natural. Esta flexibilidade em relação à sua obtenção permite que cada país escolha a melhor maneira de produzir o hidrogênio, segundo suas próprias disponibilidades.

Como o exposto, o custo do hidrogênio pode variar muito, dependendo de sua fonte primária. Seguramente, hoje, o gás natural representa a fonte mais barata de produção de hidrogênio e fará, como fonte principal, uma ponte entre o hidrogênio de origem fóssil e o de origem renovável.

T&C – A indústria automobilística já detém protótipos de carros e motocicletas movidos a hidrogênio. O que falta para se produzir em escala?

ML – As duas principais barreiras para a produção em escala de automóveis movidos a hidrogênio em células a combustível são o custo e a durabilidade das células, que para aplicações automotivas devem durar, no mínimo, 5.000h. Uma comparação pode ser útil para este desenvolvimento futuro. Imaginem-se os tempos iniciais da invenção do automóvel a combustão interna. Não havia infra-estrutura para a rolagem dos automóveis, que tinham, por sua vez, preços proibitivos. A gasolina não era nem abundante nem barata, e tampouco se encontrava em cada esquina.

Pois bem, aproximadamente cem anos depois, o automóvel tornou-se acessível, existem estradas para sua rolagem e pode-se abastecê-lo em qualquer lugar, ou seja, aprendemos a lidar com o combustível e, com a produção em massa e o mercado, os preços caíram. Essa mesma curva de aprendizado aplica-se, obviamente, à nova "Economia do Hidrogênio". Entretanto, tem-se que começar cedo o suficiente com o desenvolvimento tecnológico, para colher os frutos no tempo propício.

T&C – Existe algum projeto de meio de transporte de massa movido a hidrogênio sendo testado no presente?

ML – No cenário mundial existem vários projetos de demonstração, que podem ser acessados via Internet. No Brasil, na área de aplicação em eletrotração, podem ser citados dois projetos, embora não pertençam ao programa brasileiro PROH2.

O primeiro denomina-se "Estratégia Ambiental para Energia: Ônibus com Célula a Combustível a Hidrogênio para o Brasil" e prevê a construção e testes de oito ônibus movidos a células a combustível (Tipo PEM, da empresa Ballard) com hidrogênio produzido por eletrólise. A Petrobras deve construir os postos de fornecimento de hidrogênio. Este projeto é conduzido pelo Global Environment Facility/PNUD da ONU (US\$ 12,5 milhões), pelo MME (R\$ 4 milhões) e gerenciado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU).

O segundo é o projeto de um protótipo de ônibus urbano, com hidrogênio produzido por reforma de gás natural, coordenado pelo consórcio COPPE / LACTEC / PETROBRAS / ELEBRA.

Marco Braga, Andreia Guerra e José Claudio Reis
 Coleção Breve História da Ciência Moderna
 Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 2005

Catarina Chagas
 Jornalista da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Qualquer jovem que freqüente a escola tem um contato inicial com a ciência: estuda a tabela periódica, resolve equações matemáticas, decora fórmulas para as provas de física... Infelizmente, porém, a visão da ciência oferecida nos livros didáticos limita-se à solução de problemas, deixando de lado, por exemplo, as origens das teorias e suas relações com outras áreas do conhecimento. Essas e outras lacunas, a coleção *Breve história da ciência moderna*, lançada pela editora Zahar, pretende preencher.

Os livros são obra de Marco Braga, Andreia Guerra e José Claudio Reis, três físicos com formação em história e filosofia da ciência, que sonham com a divulgação do conhecimento científico de forma interdisciplinar e sedutora. Para alcançar este objetivo, o grupo – batizado Teknê, palavra grega que significa arte, fabricação – vai fundo na pesquisa de tudo o que dialoga com as descobertas científicas ao longo da história. Questões políticas, contextos sociais, obras de arte e tudo mais o que cruzar o caminho da ciência merece a atenção dos autores.

No primeiro volume da série, *Convergência de saberes*, a equipe parte da filosofia da natureza, dos gregos Platão e Aristóteles, entre outros, para compreender como surgiram as discussões sobre os temas que mais tarde seriam abordados pela ciência moderna. Após essa introdução, caminha rumo ao cenário medieval, que inclui desde a filosofia de Santo Agostinho e a educação em mosteiros, até o domínio árabe e os conhecimentos que esse povo conquistou junto com as terras que colocaram a seu comando, como o Egito, a Síria, a Palestina, a Pérsia e a Armênia.

Diante da riqueza dos estudos do movimento, da astronomia, da alquimia e da medicina, fica difícil continuar acreditando na Idade Média como um período de trevas e improdutividade científica. Pelo contrário, ao término da leitura de *Convergência de saberes*, percebe-se como esse período produziu avanços nos campos, por exemplo, da engenharia e da compreensão do movimento, além de uma enorme diversidade de visões da natureza que fomentaram discussões fundamentais para a revolução científica dos séculos seguintes.

Dando continuidade à narrativa, o segundo volume, intitulado *Das máquinas do mundo ao universo-máquina*, trata da ciência dos séculos XVI a XVII. Integrada à realidade renascentista como um todo – os autores incluem comentários sobre arte, economia

e religião, entre outros – , a ciência aparece como resposta a problemas práticos, como a localização de uma caravela no oceano ou a projeção de grandes catedrais. A própria visão da ciência é influenciada pelas máquinas cada vez mais importantes na organização das sociedades, durante o Renascimento.

O universo-máquina concebido por Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Galileu e Newton; a nova concepção do corpo humano trazida por Descartes; e as discussões acerca da origem da vida, entre elas a teoria da geração espontânea, marcaram uma visão mais racional e mecanicista da ciência, que passaria a ser caracterizada pela experimentação e pela observação metódica da natureza.

Essa visão é corroborada por estudos realizados no século XVIII e, ao mesmo tempo, criticada por outros grupos de pesquisadores, conforme relata o terceiro volume da série, *Das Luzes ao sonho do doutor Frankenstein*. O livro transporta o leitor ao Iluminismo, popularizado pela *Enciclopédia* de Diderot e d'Alambert, que influenciou não só a ciência, mas também a economia e as artes. É estabelecido um novo mecanicismo, inspirado no funcionamento das máquinas a vapor.

Nesse contexto, os autores descrevem os estudos sobre eletricidade, química e astronomia. Mas é quando a visão mecanicista chega às discussões sobre a origem da vida que as grandes polêmicas apimentam a narrativa. Críticas surgiram de todos os lados, inclusive na literatura da época, marcada pelo romance *Frankenstein*, da inglesa Mary Shelley, que, com a história de um estudante cujo sonho era recriar a vida no laboratório, questionava os caminhos pelos quais a razão mecanicista conduzia a sociedade.

Ao final da leitura dos três primeiros volumes de *Breve história da ciência moderna*, fica claro que o desenvolvimento da ciência não é um processo isolado dos outros aspectos da história. Para facilitar essa compreensão, os autores sugerem livros, filmes e obras de arte significativas de cada período, o que faz da coleção um prato cheio para os interessados na história da ciência. E aumenta a expectativa pelos últimos dois livros da série: *A belle-époque da ciência*, sobre o século XIX, a ser lançado em 2008, e *Quantas, genes e bytes: o Universo em pedaços*, sobre a ciência do século XX.

Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Matemática - 2006 (Parte 2)**Dissertação 1****Título: UM CURSO DE ELETRODINÂMICA BÁSICA A DISTÂNCIA****Autor: Alfredo Sotto Fernandes Junior****Orientador: Daniel Guilherme Gomes Sasaki**

RESUMO: A chegada do computador às salas de informática das escolas deu um grande alento ao modelo tradicional de educação a distância. Paralelamente ao desenvolvimento da Internet, novas mídias foram introduzidas, combinando hipertextos, fotos, vídeos, sons e simulações de fenômenos. Esses recursos também podem ser utilizados em sala de aula, onde é uma tarefa primordial para o professor empregar diferentes metodologias e ferramentas para motivar o aluno. O presente trabalho buscou relacionar à educação a distância uma prática pedagógica inovadora em Física e a utilização das mídias computacionais. Baseado na teoria interacionista de Vygotsky, um curso de eletrodinâmica básica a distância foi montado para alunos da terceira série do ensino médio e ministrado através de uma plataforma de ensino. O curso foi estruturado com o objetivo de aprimorar os principais conceitos de eletrodinâmica e aplicá-los em situações concretas relacionadas ao cotidiano. O conteúdo foi dividido em módulos temáticos e apresentado de modo diferenciado tanto em forma (interacionista e a distância) como em abordagem (histórica, cotidiana, conceitual). O desempenho dos alunos ao longo do curso foi avaliado através de um questionário específico.

Dissertação 2**Título: ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O USO DE AMBIENTES COLABORATIVOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO BÁSICO DE FÍSICA****Autor: Cleber Silva de Menezes****Orientador: João Carlos Nogueira Alves**

RESUMO: Partindo do princípio de que as propostas pedagógicas baseadas na abordagem de desenvolvimento de competências requerem o acompanhamento e o incentivo dos desenvolvimentos cognitivos, afetivos e de mobilização dos aprendizes, deve-se considerar que sua aplicabilidade depende de espaços físicos, limitação de número de aprendizes por turma, recursos educacionais, carga horária adequada às necessidades mínimas de planejamento e administração do processo ensino-aprendizagem. Apesar disso, duas dificuldades marcantes que todo professor encontra ao trabalhar nesse enfoque são as clássicas turmas superlotadas e a carga horária reduzida, marcas registradas de um modelo de formação e de avaliação por exclusão. Com o objetivo de minimizar essas dificuldades, este trabalho de pesquisa investiga os fundamentos, potencialidades e limitações do *Blended Learning* no ensino médio regular, cuja abordagem integra, em um mesmo sistema, os recursos tecnológicos dos ambientes presenciais e virtuais de aprendizagem. A justificativa para essa abordagem baseia-se no fato de que os recursos dos Ambientes Virtuais Colaborativos de Aprendizagem (AVCA), além de permitirem que os conteúdos instrucionais sejam disponibilizados em diversos formatos midiáticos, possibilitam que as interações colaborativas em atividades de estudo, pesquisa e desenvolvimento de projetos ocorram de forma mais intensa e nas modalidades síncronas e assíncronas. Uma terceira vantagem desses ambientes virtuais de aprendizagem está relacionada ao processo de acompanhamento da aprendizagem em que o professor tem ao seu dispor os recursos computacionais baseados no conceito de agentes inteligentes, que, atuando de forma autônoma nesses ambientes, dão suporte ao processo de acompanhamento dos desenvolvimentos dos aprendizes, gerando informações muito difíceis de ser percebidas em salas de aula superlotadas, mas que são fundamentais no contexto da avaliação formativa.

Dissertação 3**Título: A FÍSICA E A SOCIEDADE NA TV****Autor: Sidnei Percia da Penha****Orientador: Deise Miranda Vianna**

RESUMO: Nesta dissertação de mestrado são apresentadas e analisadas as principais características de um Produto Educacional, estruturado no formato de uma Unidade Didática destinada ao estudo do eletromagnetismo para o ensino médio. Utilizando a TV como tema organizador, propõe-se criar uma abordagem interdisciplinar dos diferentes aspectos da inserção deste aparato tecnológico em nossa sociedade. Nos capítulos iniciais desta dissertação, é feita uma revisão bibliográfica dos referenciais históricos, filosóficos e pedagógicos, utilizados para a elaboração deste Produto. Em seguida, analisam-se os pressupostos metodológicos sobre a utilização de "atividades investigativas" e os aspectos de uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que também é adotada na confecção deste material. Posteriormente serão apresentadas as principais características deste produto educacional, sua relevância para a sociedade e o detalhamento de sua estrutura. Foi elaborado também um roteiro destinado aos professores do ensino médio, contendo as principais estratégias desenvolvidas, com a finalidade de inseri-las no cotidiano de nossa sala de aula. Este produto educacional pretende ser uma contribuição no formato da apresentação de temas com elevado grau de especificidade e de difícil abordagem no ensino médio, como é o caso do estudo de forças em cargas elétricas no interior de campos magnéticos. No apêndice desta dissertação, é apresentada a íntegra deste produto educacional, que foi idealizado tendo como motivador a criação do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD-T). Propõe-se neste material a criação de um "Fórum Nacional da TV", no qual serão levantadas controvérsias sobre a forma de utilização e produção desta nova tecnologia em nossa sociedade. Este fórum será composto de mesas-redondas, oficinas e conferências, com o objetivo de instrumentalizar os estudantes na tomada de decisão das controvérsias que serão levantadas. Os conceitos físicos nascerão como conseqüência da necessidade do entendimento do funcionamento deste aparato tecnológico.

Mestrado em Tecnologia - 2006 (Parte 2)**Dissertação 1****Título: O DESENVOLVIMENTO DAS COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS EM GRUPOS DE TRABALHO COLABORATIVO: ESTUDO DE CASO BASEADO NA WEB****Autor: Luciano Rodrigues Pinto****Orientador: Maria da Glória de Faria Leal**

RESUMO: A presente dissertação teve como foco o entendimento das competências profissionais e seu desenvolvimento no ambiente de organizações e instituições que utilizam cada vez mais a Internet e os recursos à mesma associados, para realizar atividades entre equipes espacialmente distantes. As competências, tanto em sua esfera individual quanto coletiva, foram assim abordadas diante do quadro de mudanças sociais e técnicas no trabalho e em sua organização. Foram analisadas também em um referencial mais amplo de estratégias organizacionais e institucionais que direcionam a alocação de recursos e pessoas, assim como os mecanismos de aprendizagem e desenvolvimento dessas competências. Para descrever tais mecanismos em uma situação concreta de pesquisa em uma Instituição de Ensino Superior (IES), foi utilizado um estudo de caso no LabTCS (Laboratório de Trabalho Colaborativo e Simulação), criado no âmbito do Mestrado em Tecnologia do CEFET/RJ.

Mestrado em Tecnologia - 2006 (Parte 2)**Dissertação 2****Título: A GESTÃO DO DESEMPENHO NOS ENSAIOS TÉCNICOS DAS ESCOLAS DE SAMBA DO GRUPO ESPECIAL DO RIO DE JANEIRO****Autor: Mirian Martins da Motta Magalhães****Orientador: José Antonio Assunção Peixoto****Coorientador: Leydervan de Souza Xavier**

RESUMO: Esta dissertação tem como proposta analisar a gestão do desempenho na organização do ensaio técnico das escolas de samba do Grupo Especial do Rio de Janeiro, sendo este utilizado como ferramenta de gestão na preparação para o desfile oficial. A análise da gestão do desempenho concentra-se na observação e representação simultânea de aspectos organizacionais herdados dos sistemas produtivos ordinários, de cunho fortemente instrumental, interferindo nas características típicas do gênero de performance cultural representado pelo carnaval, realçando aspectos emocionais e estéticos amplamente ligados à subjetividade. Nesta abordagem, a gestão do desempenho nos ensaios técnicos é observada durante a preparação das escolas de samba para atendimento aos critérios de avaliação que serão aplicados no desfile oficial por um corpo especializado de jurados e, também, através de critérios mais livres, adotados pelos gestores dos ensaios, relacionados à percepção estética da performance cultural exibida. O resultado é uma visão crítica de quando e como as perspectivas instrumental e estético-emocional da organização do desfile convergem para uma visão complexa do evento, refletida na maneira como o desempenho, do ponto de vista da gestão do projeto organizacional do desfile, é conceituado. Desta forma, a pesquisa demanda uma necessidade de ampliação do campo de significação dos fenômenos organizacionais, relativamente ao que convencionalmente se utiliza nas análises organizacionais dos sistemas produtivos ordinários e nas análises no campo da produção cultural.

Dissertação 3**Título: A “SEMANA DE EXTENSÃO” DO CEFET/RJ: UMA PROPOSTA DE INDICADORES DE DESEMPENHO DO EVENTO****Autor: Raquel Barbosa Muratori****Orientador: José Antonio Assunção Peixoto****Coorientador: Lilian Martins da Motta Dias**

RESUMO: O objetivo principal deste trabalho é alcançar uma representação do evento Semana de Extensão organizado anualmente pelo CEFET/RJ, visando estabelecer dimensões para avaliação de seu desempenho tomando como referência a evolução histórica deste evento institucional, que completou uma década de existência. A metodologia apóia-se na aplicação de uma análise organizacional que investigou as realizações anteriores do evento e demais atuações extensionistas que servirão de referência ao modelo de organização em vigor. As dimensões e os indicadores de desempenho propostos na pesquisa são ferramentas que pretendem contribuir com o processo decisório institucional, aprimorando o projeto pedagógico do Centro. Outros resultados apontam singularidades no perfil deste Centro de Educação Tecnológica, tendo como destaque o fato de que o evento Semana de Extensão, embora configurado, no Brasil, sob as diretrizes da educação superior, inclui aqui uma maior participação de alunos da educação profissional de nível técnico, em decorrência das características particulares desta instituição. Além disso, a pesquisa apóia-se no fato de que o CEFET/RJ pretende transformar-se em uma universidade especializada no campo do saber tecnológico, e a intensificação dessa atividade acadêmica no contexto da Semana de Extensão auxilia neste processo.

Dissertação 4**Título: PROPRIEDADE INTELECTUAL NO ENSINO TÉCNICO: PERSPECTIVAS DE ARTICULAÇÃO NA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL HENRIQUE LAGE****Autor: Marcelo Luiz Soares Pereira****Orientador: Maria da Glória de Faria Leal****Orientador: Paulo Lúcio Silva de Aquino**

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo acerca do grau de informação apresentado pelos alunos e docentes de uma escola técnica do estado do Rio de Janeiro sobre a propriedade intelectual. O objetivo principal desta dissertação é contribuir para a difusão da cultura da proteção dos ativos intelectuais gerados nas instituições de ensino técnico de nível médio, responsáveis pela formação do cidadão/trabalhador e do pesquisador iniciante e, ao mesmo tempo, servir de instrumento para que se possa elaborar uma proposta de disseminação deste tema junto ao corpo discente. Trata-se de uma pesquisa qualitativa quanto à natureza dos dados, que receberam tratamento quantitativo, caracterizando-se como um estudo de caso, por ter contextualizado a temática da Propriedade Intelectual em uma escola técnica representativa da Fundação de Apoio à Escola Técnica – FAETEC. Os aspectos que tiveram um tratamento detalhado foram: as características da instituição escolhida, o projeto político-pedagógico da mesma, os principais fundamentos da propriedade intelectual e o arcabouço jurídico disponível no país sobre este assunto. Considerando os resultados da pesquisa realizada, são feitas sugestões acerca de vários modelos de implementação de tal temática nos cursos técnicos de nível médio, de forma a atender o estudante de nível médio-técnico e pesquisador iniciante sobre as formas de proteção dos ativos intangíveis produzidos pelos mesmos.

Dissertação 5**Título: MODELO DE UM SISTEMA DE UMIDIFICAÇÃO PARA O SETOR DE ACABAMENTO DE INDÚSTRIA DE ROCHA ORNAMENTAL – ESTUDO DE CASO****Autor: João Deusdedith da Silva Lopes****Orientador: Marina Rodrigues Brochado**

RESUMO: A indústria de rocha ornamental tem uma atribuição fundamental para o desenvolvimento sócio-econômico da população, que é a produção de material de embelezamento para construção civil. A rocha ornamental está entre as cinco primeiras substâncias minerais com maior valor de produção e, mesmo assim, os dados de consumo *per capita* indicam que no país existe uma demanda latente de agregados para construção civil, representada por um alto índice de falta de moradias e por uma infra-estrutura sanitária deficiente. A crescente demanda da produção de bens minerais, associada à falta de controle dos riscos ocupacionais, acentua os problemas de saúde e segurança do trabalho. A presente dissertação aborda a avaliação da concentração de poeira respirável contendo sílica livre cristalina, no ambiente de trabalho em uma empresa de acabamento de rocha ornamental na região metropolitana do Rio de Janeiro. Com o objetivo de comparar os processos "normal" e "úmido" aos riscos da exposição ocupacional à poeira respirável com sílica cristalina, foram obtidas oito amostras de poeira. As amostras de poeira foram coletadas junto aos trabalhadores, utilizando-se bombas de amostragem de uso individual, ciclone de alumínio tipo SKC e filtros de membrana de PVC. O método analítico adotado para quantificação da sílica cristalina utilizou o espectrofotômetro por infravermelho. Os resultados obtidos na comparação dos processos "normal" e "úmido" indicaram que o processo "úmido" é uma alternativa com alto percentual de eficiência para redução de poeiras respiráveis nos ambientes laborais da indústria de beneficiamento de rochas ornamentais.

Dissertação 6**Título: POTENCIALIDADES DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEORREFERENCIADOS: UMA REPRESENTAÇÃO NO MEIO CIENTÍFICO****Autor: Luciana Marelli Mofati****Orientador: Cristina Gomes de Souza****Coorientador: Leydervan de Souza Xavier**

RESUMO: A dissertação introduz a modelagem espacial nos processos de difusão tecnológica, descrevendo o Sistema de Informação Georreferenciado – GIS e mapeando a sua inserção no meio científico nacional, utilizando-se de recentes práticas em gestão do conhecimento inseridas em um contexto de Inteligência Competitiva (IC) aplicada a métodos prospectivos, para retratar o escopo de inserção desta ferramenta no meio científico nacional. Neste sentido, desenvolve uma descrição da análise espacial e dos Sistemas de Informação Georreferenciados com detalhamento de sua concepção e estrutura, buscando caracterizar o uso estratégico do GIS no contexto das tecnologias de informação (TI's). Para retratar a tecnologia no meio científico nacional, foram elaborados mapa de conhecimento nacional com a mensuração (quantitativa) da inserção do uso do ferramental e mapa de competência nacional, contendo descrição de uma rede específica de aplicação do sistema.

Dissertação 7**Título: MEDIÇÃO DE NÍVEL D'ÁGUA EMPREGANDO ULTRA-SOM: ESTUDO DE CASO – LAGOA RODRIGO DE FREITAS****Autor: Rosalvo Rodrigues dos Santos****Orientador: Maurício Saldanha Motta**

RESUMO: Este trabalho apresenta metodologia para medição de nível d'água em corpos hídricos, empregando ultra-som. Objetiva descrever um sistema de medição de nível d'água que seja capaz de ler, armazenar e disponibilizar essa informação de maneira contínua, confiável e segura, em comparação aos métodos tradicionais. Através de aplicação prática, na Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro, desenvolveu-se conhecimento tecnológico envolvido na escolha, aquisição, implantação, operação e crítica do sistema. O estudo foi dividido em: contextualização; descrição e apresentação da situação-problema; conceitos e teorias relativos ao experimento; apresentação dos procedimentos; resultados obtidos, e conclusão oriunda da observação, análise e descrição do fenômeno. Observou-se a eficiência da metodologia e de equipamentos empregados, com sugestões para otimização futura.

Dissertação 8**Título: RECICLAGEM E UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ORIGEM ORGÂNICA NA CONFECÇÃO DE ARTEFATO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL****Autor: Luiz Fernando Badejo Carvalho****Orientador: Marina Brochado Rodrigues**

RESUMO: Uma das conseqüências das intensas e diversificadas atividades humanas no planeta é a problemática que envolve os resíduos sólidos que depreciam os principais elementos do meio ambiente. Na expectativa de contribuir para a diminuição de seus efeitos nocivos, este trabalho procura investigar a possibilidade de manuseio dos mesmos, com foco nos resíduos de origem orgânica com mais de dois anos de armazenamento. Através de processo de reciclagem apresenta-se a recuperação de resíduos sólidos em tijolos destinados à construção civil.

Dissertação 9**Título: A GERAÇÃO E GESTÃO DO CONHECIMENTO A PARTIR DE UM RANKING COM INDICADORES DE DESEMPENHO EM UMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA****Autor: Manoel Rui Gomes Maravalhas****Orientador: Antonio Maurício Castanheiras das Neves**

RESUMO: Este trabalho de dissertação está fundamentado na prática realizada por uma empresa de serviços de assistência técnica, que presta atendimento a equipamentos de TI em todo o território nacional. A empresa executa contrato de serviços variados, nos quais foram estabelecidos Acordos de Níveis de Serviço (SLA – Service Level Agreement) a serem cumpridos, sob pena de multas contratuais. Para que fosse possível controlar 35 Centros de Assistência Técnica (CAT), 150 bases de técnicos residentes, 2.000 técnicos atuando simultaneamente no dia-a-dia, percorrendo todo o território, desenvolveu-se um ranking com um total de onze indicadores de desempenho, cujo principal objetivo foi o mapeamento das principais atividades correlatas com o processo de Assistência Técnica. Estabelecidos os indicadores, o ranking parametrizou a atuação dos 35 CAT. A medição de desempenho serviu como base de discussão para que fosse formada uma Comunidade Estratégica, reunida a cada dois meses, discutindo e discernindo sobre os principais temas inerentes ao processo em si e também da empresa como um todo, agregando, através do conhecimento

estabelecido, facilidades ao processo de tomada de decisão em vários aspectos. Destacam-se as inúmeras inovações tecnológicas introduzidas na empresa a partir dessas discussões e as muitas adequações em processos intermediários, que culminaram na melhoria do processo de assistência técnica, seja em termos operacionais, seja no resultado financeiro da operação. Este trabalho de dissertação, como um todo, acaba por destacar "a boa prática" realizada nessa empresa de serviços e justifica o que é apresentado por muitos autores em relação à geração de conhecimento, ou seja, à prospecção de dados em fontes confiáveis. Esses dados, ao serem tratados de forma consistente, responsável, transformam-se em informações, as quais, quando colocadas em discussão e consensuadas, estabelecem uma ampla geração de conhecimentos. Os indicadores aqui estabelecidos e aqueles em produção não foram surgindo a esmo. Pelo contrário, com a análise de cada uma das situações, as justificativas dos responsáveis pelos processos, seja em relação aos sucessos, ou aos insucessos, serviram como base para que certas monitorações fossem realizadas. Aprenderam as pessoas diretamente ligadas ao processo de assistência, aprendeu a empresa. Evidenciou-se um dos caminhos que nos conduzem à geração de conhecimento, neste caso, basicamente, com o estabelecimento criterioso, responsável, consistente de indicadores de desempenho e a comunidade de discussão. Realizou-se uma prática que, se disseminada, atenderia certamente a outras empresas do gênero, destacando-se como exemplo de "Boa Prática" a ser seguida.

Dissertação 10

Título: AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DA ReINC NAS INCUBADORAS DE BASE TECNOLÓGICA FLUMINENSES

Autor: Alessandro Maia Ceia

Orientador: Ana Maria de Paiva Almeida Spritzer

RESUMO: A dificuldade em se definirem parâmetros objetivos para a gestão de incubadoras de empresas motivou a realização de um modelo de gestão pela Rede de Incubadoras, Parques Tecnológicos e Pólos do Rio de Janeiro (ReINC). Tal modelo visa alimentar os gerentes das incubadoras com indicadores de desempenho para a tomada de decisões, através da determinação dos principais processos da incubadora e o impacto das decisões em tais indicadores com o apoio de sistemas de informação. A implantação do modelo da ReINC ocorreu no período de abril a outubro de 2004 e o objetivo do presente trabalho é avaliar tal implantação a partir dos critérios determinados por Laudon através da realização de um estudo de caso nas incubadoras de base tecnológica escolhidas na amostra.

Dissertação 11

Título: DISSEMINAÇÃO DA CULTURA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO: UMA PROPOSTA PARA O CEFET/RJ

Autor: Ignez Maria Ferreira Sarmento

Orientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: Estimular a criatividade, a capacidade inventiva, conhecer os mecanismos de sua proteção e saber fazer uso das informações e estoques de conhecimento disponíveis são condições fundamentais que devem estar presentes em todo sistema de educação de qualquer país. O presente trabalho mostra inicialmente um pouco da situação do Brasil, no que diz respeito à inovação tecnológica no contexto mundial, focando a sua relação com a Propriedade Intelectual, principalmente com as patentes. Em seguida foi apresentado um panorama, mostrando a importância da Propriedade Intelectual como um mecanismo que visa proteger este conhecimento e serve como um dos medidores do nível de tecnologia e criatividade de uma nação. Além disso, foram apresentados conceitos relacionados a este tema e à inovação tecnológica, estabelecendo a relação direta da formação de profissionais inovadores e empreendedores com o desenvolvimento tecnológico e econômico de qualquer país. Com o intuito de dar uma visão sobre a disseminação deste tema no mundo, foi feito um levantamento de projetos e programas internacionais direcionados a jovens e

estudantes, demonstrando com isso a preocupação de vários países com o tema. Também foi feita uma pesquisa em relação ao Brasil e foi verificada também a existência de vários programas, governamentais e privados, direcionados à C&T, porém com a maioria não mencionando o assunto Propriedade Intelectual. Após esta pesquisa exploratória a respeito do conhecimento e da disseminação do tema Propriedade Intelectual no país e no mundo, e a constatação da falta desse conhecimento no Brasil, principalmente entre os jovens, o objetivo deste trabalho foi mostrar a necessidade da criação de uma cultura sobre o assunto, no país, desde a escola, a exemplo de vários países desenvolvidos, para que o jovem aprenda desde cedo a valorizar sua criatividade e a ter um comportamento inovador e empreendedor. A partir desta visão geral, foi feito um estudo de caso no CEFET/RJ, por ser uma instituição federal de referência no ensino tecnológico do Estado do Rio de Janeiro, apresentando o assunto a alguns alunos dos cursos técnicos de mecânica, eletrotécnica e eletrônica, através de questionários, palestras e cartilha, para se fazer uma avaliação do conhecimento dos alunos a respeito do assunto e o interesse dos mesmos na disseminação deste tema desde a escola. O estudo de caso teve por objetivo verificar duas questões básicas: 1) a inserção, ou não, da temática da propriedade intelectual nos currículos dos cursos da educação profissional de nível técnico; e 2) a existência, ou não, de um ambiente e de condições favoráveis a essa inserção. Após a análise desses resultados, que comprovaram a não inserção da temática e a existência de um ambiente e de condições favoráveis, foi feita uma proposta de inclusão deste assunto no nível técnico do CEFET/RJ, para que os alunos possam concluir o curso técnico com o conhecimento dessa ferramenta tão importante para suas profissões e para o desenvolvimento tecnológico do país.

