



TECNOLOGIA & CULTURA

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

Ano 11 - n.º 15 - jul./dez. 2009

56

A UTILIZAÇÃO DO GEORREFERENCIAMENTO
NO ESTUDO DA VIOÊNCIA URBANA

63

AGRICULTURA DE PRECISÃO: A TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO EM SUPORTE AO CONHECIMENTO
AGRONÔMICO CLÁSSICO

72

USO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO
NO ESTUDO DE COBERTURA EM REDES DE
COMUNICAÇÃO SEM FIO



CENTRO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
CELSO SUCKOW DA FONSECA

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 11 - Número 15 - jul./dez. 2009
Tiragem: 1.500 exemplares

Av. Maracanã, 229 - CEP 20271-110 - Rio de Janeiro/RJ
Telefone geral: (21) 2566-3022 r. 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
Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco

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)
Andréia Guerra
(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)

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

Divisão de Programação Visual - DPROV
Fernando da Silveira Bracet
Isabela Menezes
Paulo Roberto Pires Macedo

Capa

Trabalho de interferência gráfica
Brasil Visto do Espaço. Campinas:
Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004.

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.

TECNOLOGIA & CULTURA. _ ANO 11, Nº 15 (jul./dez. 2009) -
RIO DE JANEIRO : CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO
SUCKOW DA FONSECA, 2009.
v. : il.; 30 cms.

SEMESTRAL
ISSN 1414-8498

I. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA
FONSECA

- Educação Tecnológica: Uma Concepção em Disputa	07
Zuleide Simas da Silveira	
- A Unicidade da Técnica	18
Luciano de Paula Moraes	
- Tecnologias da Linguagem: Dialética e Catarse em <i>Os Sertões</i>	24
Célio Diniz Ribeiro	
- David Cronenberg e a Escola de Toronto	30
Rosângela Fachel de Medeiros	
- Transferência do Conhecimento Tácito em Explícito Utilizando a Ferramenta Workflow	39
Andressa Almeida da Paz / Simone Nasser Matos / Hélio Gomes de Carvalho	
- Problemas da Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul	47
Yvan Navarro da Fonseca Paixão	
- A Utilização do Georreferenciamento no Estudo da Violência Urbana.....	56
Angélica Oliveira Carvalho / Cristiano de Oliveira Moreira / Nathalia Gonçalves Gomes / Nívia Valença Barros	
- Agricultura de Precisão: A Tecnologia da Informação em Suporte ao Conhecimento Agrônomo Clássico	63
Ronaldo Pereira de Oliveira	
- Uso de Imagens de Sensoriamento Remoto no Estudo de Cobertura em Redes de Comunicação sem Fio	72
Gilson Alves de Alencar / Renata Braz Falcão da Costa	
- Aplicação de Diferentes Custos de <i>Setup</i> em um Problema de Corte Unidimensional Utilizando SingleGA	80
Julliana Sales Brandão / Alessandra Martins Coelho / João Flávio V. Vasconcellos / Wagner Figueiredo Sacco	
- Entrevista	
Ciência, Tecnologia e Inovação	
Malha Computacional: ferramenta de e-ciência	93
Diego Carvalho	
- Resenha	
A Energia do Brasil	98
Carmen Perrotta	
- Dissertações	
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática	
Nº 1 - Material de Equacionamento Tátil para Usuários do Sistema Braille	100
Nº 2 - História da Ciência e o Uso da Instrumentação: Construção de Aparato Histórico-Científico Simples como Estratégia de Ensino	100
Nº 3 - Ensinar Ciências para os Alunos do Século XXI: Uma Proposta Transdisciplinar que Alia a História e a Filosofia da Ciência, o Teatro, a Física e a Química	101
Nº 4 - Tópicos de Física Moderna no Ensino Fundamental – A Evolução do Conceito de Movimento, de Aristóteles a Einstein	101
Mestrado em Tecnologia	
Nº 1 - Uma Contribuição para a Especificação do Projeto de Produção de Bonecas Infantis Seguras para Crianças de 0 a 3 Anos de Idade, conforme Norma NM 300:2002	102
Nº 2 - Implantação e Operação de uma Rede Via Satélite – Estudo de Caso: O Boticário	102
Nº 3 - Um Estudo sobre Atuadores Lineares com Molas Helicoidais de Ligas com Memória de Forma	103
Nº 4 - A Evolução do Kitesurf e o Papel do Usuário na Inovação Tecnológica dos Equipamentos	103
Nº 5 - Determinação de Indicadores Representativos das Tecnologias da Informação e Comunicação para Fins de Avaliação Institucional de IFES no Âmbito dos SINAES	104

Nº 6 - Implantação de Cursos de Educação Profissional Técnica de Nível Médio, na Modalidade de Educação a Distância, no Colégio Técnico Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora	104
Nº 7 - Aprendizagem Tecnológica no Setor de Telecomunicações: Um Estudo de Caso	105
Nº 8 - Monitoramento Analógico e Digital de Sinais Elétricos Cerebrais	105
Nº 9 - Contribuição à Análise Estrutural de Casas Populares com Estrutura Metálica através do Método dos Elementos Finitos	106

Após a publicação de dois números temáticos, *Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS e Ensino* (n.13) e *História da Tecnologia no Brasil: alguns registros* (n.14), **TECNOLOGIA & CULTURA** retoma a publicação de artigos distribuídos nas seções que estruturam a revista: Tecnologia & Sociedade, Tecnologia & Gestão, e Tecnologia & Inovação.

Na primeira seção, Tecnologia & Sociedade, além dos trabalhos voltados a abordagens conceituais de técnica, tecnologia e educação tecnológica, apresentam-se outros que discutem as tecnologias da linguagem e da comunicação na interpretação de contextos sociais e expressão de subjetividades.

Na seção seguinte, Tecnologia & Gestão, esta relação se faz presente em três artigos que, com exemplos de ferramentas em suas respectivas áreas de estudo, tratam: do papel da Tecnologia da Informação como suporte a ações de Gestão do Conhecimento nas empresas; dos avanços conceituais na gestão dos recursos hídricos, frente aos conflitos resultantes da intensificação das atividades humanas e da degradação desses recursos; da utilidade social de novos instrumentos para o mapeamento da violência urbana e a adoção de uma política de segurança com visão multidisciplinar.

Na última seção, Tecnologia & Inovação, o uso da informação é retomado em três artigos, desta feita com a aplicação das novas tecnologias nos campos da agricultura de precisão, das telecomunicações e da otimização da produção industrial (modelagem computacional), destacando-se as contribuições de um pesquisador da EMBRAPA, de professores-pesquisadores do CEFET/RJ e de um grupo de pesquisa da UERJ.

Como nas demais edições, integram este número uma entrevista, uma resenha e resumos de dissertações defendidas por mestrandos de Programas de Pós-Graduação desenvolvidos no CEFET/RJ.

A entrevista, com um professor-pesquisador da Instituição que vem trabalhando no gerenciamento de infraestruturas computacionais em projetos europeus de computação em malha (EELA e EELA-2) e na Iniciativa de Grid da América Latina e do Caribe (IGALC), explica a utilização dessa ferramenta da ciência eletrônica.

A resenha, à guisa de indicação de leitura, volta-se para uma obra de referência a respeito da energia no país, escrita por Antonio Dias Leite, Professor Emérito da UFRJ.

Reafirmando a intenção de fazer avançar as reflexões e ações que (con)têm tecnologia, é com satisfação que fazemos chegar à comunidade acadêmica e ao público envolvido/interessado nos desafios inerentes à produção e utilização das modernas tecnologias na sociedade em geral, e brasileira, em particular, mais este número da Revista Semestral do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ.

Prof. Dr. Marco Braga
Presidente do Comitê Técnico-Científico

Carmen Perrotta
Editoria, DIGES

Educação Tecnológica: Uma Concepção em Disputa

Zuleide Simas da Silveira

RESUMO: O texto tem o objetivo de desvelar os desdobramentos da concepção de educação tecnológica no Brasil, desde sua gênese nos anos de 1960 até a década de 1990, partindo-se das seguintes questões: Qual o conceito de educação tecnológica? Por que o termo passa a ser exaltado, em substituição à educação técnica, formação técnico-profissional e ensino profissional? Qual concepção de educação tecnológica norteou as políticas educacionais dos anos de 1990? Elabora-se a recuperação dos fatos históricos que marcaram a evolução dos termos que denotam a formação para o trabalho, bem como, da concepção de educação que está por detrás desses modos de expressão. Veremos que, a partir de relações historicamente estabelecidas, a concepção de educação tecnológica é a de uma educação que deve estar atrelada ao desenvolvimento econômico e ao processo de modernização do país, de maneira a atender às bruscas mudanças engendradas pelo modo de produção capitalista.
Palavras-chave: Política Educacional; Educação; Concepção de Educação Tecnológica.

ABSTRACT: The text aims to uncover the unfolding of the conception of technology education in Brazil since its genesis in the years from 1960 until the 1990s, it being the following questions: what is the concept of technology education? Why the term shall be exalted in place of technical education, vocational training and technical-vocational education? What conception of technology education guided the education policies of the 1990s? It is elaborated the recovery the historical facts that marked the evolution of the terms that denote the formation to work as well as the conception of education that is behind these modes of expression. We will see that from the relationships historically established, the conception of technology education is an education that should be linked to the economic development and the process of modernizing the country in order to serve sudden changes devised by the capitalist mode of production.

Keywords: Education Policy; Education; Conception of Technology Education.

INTRODUÇÃO

As reformas da educação empreendidas ao longo do século XX, continuadas nesse início de século, admitiram pequenos ajustes de modo a corrigir “distorções” que, porventura, não estivessem indo ao encontro das determinações estruturais da sociedade capitalista, aproximando, cada vez mais, a escola do trabalho aos interesses do mercado. É nesse contexto que analiso como se formou o consenso sobre a concepção de educação tecnológica norteadora da reforma do ensino médio e técnico, promovida no final da década de 1990.

Os anos de 1990 têm um significado para além da ruptura com o padrão de acumulação promovido pelo Estado nacional-desenvolvimentista. Na realidade concreta, representam, também, uma inversão na cultura empresarial e nos princípios políticos no que concerne ao debate ocorrido entre defensores do livre mercado, representados por Eugênio Gudín, e aqueles que advogavam que o país só alcançaria a

industrialização por meio de um Estado forte e provedor da industrialização que adotasse a política de substituição de importação e de reserva de mercado, liderados por Roberto Simonsen, nos anos de 1940.

Marco do retorno desse debate, a década de 1990 é palco do ressurgimento das idéias de Gudín (Setúbal, 2005, p.421), quando se promoveu a abertura comercial ao capital imperialista, com base no acirramento da competitividade na economia e das privatizações que caracterizaram o processo de desnacionalização, e quando, ainda, foram criadas agências reguladoras com a finalidade de se oferecer caráter de gestão estatal da economia, com base na concorrência. Trata-se de uma velha ideologia que desempenha uma função política nova e, em parte, paradoxal: a de exaltar o mercado em benefício dos monopólios e contra os direitos sociais (Boito Jr., 1996).

Os governos de Collor de Mello e Fernando Henrique Cardoso, apesar de terem chegado ao poder pelo voto popular, expressam a constituição de uma hegemonia burguesa de concepções e propostas políticas neoliberais.

Iniciada no governo Collor, assentada no período FHC e continuada por Lula da Silva, a subordinação do Brasil à nova ordem do capital mundial ocorreu sob o discurso de modernização produtiva e inserção competitiva, promovendo a (re)inserção do país na nova divisão internacional do trabalho, marcada pelo aumento da produtividade e da superexploração do trabalho.

Entre 1990 e 1991, foram implantados vários programas com a participação efetiva da burguesia industrial, a exemplo do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria Brasileira (PACTI), Programa de Competitividade Industrial, Projeto de Reconstrução Nacional e o Programa Setorial de Educação. No que se relaciona à participação do empresariado industrial na política educacional brasileira, Rodrigues (1998) destaca a presença desse patronato, por meio da Confederação Nacional da Indústria (CNI), no campo de luta hegemônica pela definição dos fins, objetivos, métodos e estrutura da educação.

Os organismos multilaterais, como o Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial (BIRD), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), passam a tutoriar reformas dos Estados nacionais, principalmente de países de capitalismo dependente.

A Organização Mundial do Comércio (OMC) cria uma legislação cujo poder transcende o domínio de megacorporações, sinalizando para o capital o campo da educação como espaço fecundo para negócios rentáveis (Frigotto; Ciavatta, 2003). Nesse sentido, a UNESCO entra em cena como órgão de assessoria técnica na organização pedagógica de grandes eventos com farta produção documental.

Ainda nos anos de 1990, na América Latina, destaca-se, no plano econômico, a Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), no plano educacional, a Oficina Regional para a Educação na América Latina e no Caribe (OREALC) e, no plano mais abrangente, o Acordo de Livre Comércio das Américas (ALCA).

A CEPAL dos anos 1990 incorporou o debate internacional sobre a necessidade de se reformularem os sistemas educacionais de modo a ajustá-los às mudanças no setor produtivo, às transformações decorrentes da competição em nível global, formulando, em 1992, o documento *Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad*. O objetivo era o de assegurar o progresso técnico para a América Latina e Caribe, garantindo que a reestruturação econômica fosse acompanhada de equidade social, o que foi preconizado na publicação *Transformación productiva con equidad*.

Do ponto de vista dos cepalinos, a educação é o principal instrumento na construção de uma nova realidade econômica e social para países em desenvolvimento, estratégia central da competitividade, em um contexto de globalização marcada pela *sociedade do conhecimento* (sic!).

Vasta documentação emanada de importantes organismos multilaterais propalou esse ideário a partir de diagnósticos, análises e propostas de soluções consideradas fundamentais a todos os países da América Latina e Caribe, tanto no que se refere à educação, quanto à economia.

As bases para o projeto de educação em nível mundial foram determinadas na Conferência Mundial sobre Educação para Todos, realizada em Jomtien, Tailândia, em março de 1990, cuja meta “viável” deve ser a *Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem* (NEBAS), o que compreende tanto os instrumentos essenciais para a aprendizagem (como leitura e escrita, expressão oral, cálculo, solução de problemas), quanto os conteúdos básicos da aprendizagem (conhecimentos, habilidades, valores e atitudes) (UNESCO, 1990).

A função ideológica do conceito de NEBAS encontra boa acolhida entre os arautos da reforma, elaboradores do Plano Decenal da Educação para Todos (1993-2003), no governo Itamar Franco, sucessor de Collor de Mello.

Simultaneamente à derrocada de Collor de Mello, Itamar Franco abre espaço para que o então candidato à Presidência da República, Fernando Henrique Cardoso, construa a hegemonia e chegue ao poder, derrotando o candidato do Partido dos Trabalhadores, Luiz Inácio Lula da Silva.

Nesse cenário, a correlação de forças no Congresso Nacional é alterada, modificando-se o rumo

do projeto de LDB delineado pelo movimento popular no final da década anterior.

Ressalte-se que a partir de Recomendações e Acordos estabelecidos por países dependentes com as organizações multilaterais, a educação passa à política prioritária do BIRD, tornando-se “núcleo sólido” para “aliviar” a pobreza e promover a ideologia da globalização (Leher, 1998, p.86).

Em seus dois mandatos (1995-2002), FHC contou apenas com um ministro, o economista Paulo Renato de Souza, destacando o papel econômico da educação atrelado ao novo modelo de desenvolvimento; entretanto, a base de sustentação e dinâmica do novo desenvolvimento econômico é externo, fundamentada na importação de ciência e tecnologia.

A ideologia salvacionista de governos anteriores é renovada pelo Estado neoliberal que vem atribuindo à educação o poder de sustentação da competitividade. Em outras palavras: mais uma vez, na história do sistema educacional brasileiro, se atribui à educação êxitos e/ou atrasos no campo econômico, político e social.

Neste sentido, o governo Cardoso promoveu a reforma da educação brasileira por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nº 9.394/96, promulgada em consonância com a ideologia neoliberal de valorização dos mecanismos de mercado, descentralização, privatização, desregulamentação das leis trabalhistas: *é uma ‘LDB minimalista’, compatível com o Estado mínimo* (Saviani, 2003, p.200).

Com a promulgação da LDB, o governo Cardoso efetiva uma nova institucionalidade no campo educacional. FHC e o ministro da educação usaram de sua legitimidade, competência e base política para pôr em prática, pelo alto, seu projeto societário, regulamentando a nova lei, via leis complementares, decretos, portarias ministeriais, pareceres, resoluções e medidas provisórias, a exemplo do Decreto nº 2.208/97, que, acompanhado da Portaria nº 646/97 e da Portaria do MEC nº 1005/97, promoveu a reforma do ensino médio e técnico no Brasil.

É, pois, dessa concepção de educação tecnológica que norteou esta reforma que trato a seguir.

A GESTAÇÃO DA CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL SOB A INTERVENÇÃO DO OLHAR EXTERNO

Durante a Segunda Guerra, governos de países de capitalismo dominante e dependente estabeleceram entre si novas alianças, acordos, tratados e organizações bilaterais e multilaterais, apoiando-se e fortalecendo-se mutuamente, para fazer frente às tensões e lutas de classe.

Essa situação exigiu a reinterpretação das condições de estabilidade social, política e econômica nos países dependentes. O Brasil ingressou nesse esforço doutrinário, buscando adotar todas as diretrizes (Ianni, 1988, p.109-10).

Nesse cenário é realizada a I Conferência de Ministros e Diretores de Educação das Repúblicas Americanas, em 1943, com o objetivo de planejar “um mundo melhor, baseado na educação e na cultura”, em que foram assinadas as Recomendações de número XV, referentes ao ensino industrial, e a Resolução XXVII, relativa à educação nas Américas, que acabaram influenciando o ensino profissional no Brasil (Fonseca, 1961, v.1, p.561).

Tais Resoluções levaram o então Ministro da Educação e Saúde, Gustavo Capanema, a articular junto a autoridades educacionais norte-americanas, representadas pela *Inter American Foundation Inc.*, um programa de cooperação educacional, que seria assinado, em 1946, pelo novo Ministro, Raul Leitão. O acordo objetivava aproximar os dois países, por meio do intercâmbio de educadores, idéias e métodos de ensino (*op. cit.*).

Tal acordo, que pode ser tomado como marco da intervenção do olhar externo na educação brasileira, imputou a criação da Comissão Brasileiro-Americana de Educação Industrial (CBAI) para atuar como órgão executivo na aplicação do citado programa.

A CBAI estabeleceu 12 pontos de ação, chegando a debater, com diretores de escolas federais, assuntos administrativos, pedagógicos e técnicos, introduzindo, também, no Brasil o método *Training Within Industry* (TWI), que influenciou as práticas pedagógicas do ensino industrial, tal como acontecera na década de 1930, quando Roberto Mange fundou o Instituto de Organização Racional do Trabalho (IDORT).

Para além da CBAI, vale destacar a Recomendação Internacional sobre Ensino Técnico e Profissional elaborada pela UNESCO, em 1962, cujos termos estiveram presentes em documentos emanados do Conselho Federal de Educação (MEC/CFE) na década de 1970 e da Secretaria de Ensino Médio e Técnico (MEC/SEMTEC) nos anos de 1990, a exemplo do estabelecimento de três níveis de ensino na formação profissional – *ensino para a formação de trabalhadores qualificados, ensino para a formação de técnicos e engenheiro e quadros superiores* – e de sustentar uma relação entre educação e desenvolvimento tecnológico.

Em face dos enormes progressos técnicos que se estão realizando ou se prevêem em todos os países do mundo, a educação deve preparar as pessoas para viverem numa era tecnológica (...). O ensino técnico e profissional deveria consistir em alguma coisa mais do que formar alguém para determinado ofício, dando-lhe os conhecimentos práticos e técnicos necessários. Essa formação, associada à educação geral, deveria contribuir, também, para desenvolver a personalidade e o caráter do indivíduo e para estimular a sua capacidade de compreender, de julgar, de discernir e de adaptar-se às circunstâncias. (RECOMENDAÇÃO da UNESCO, 1962, apud Revista Ensino Industrial, n.1, ano 1, nov./1962)

Com o desenvolvimento das forças produtivas em um cenário cujo padrão de acumulação era o taylorista-fordista, amparado pelo *welfare state*, urgia valorizar o trabalho manual/parcelar, modificando, assim, a visão da sociedade sobre o ensino profissional de nível médio: *O ensino técnico e profissional em todos os níveis deveria insistir em que se reconheça a dignidade do trabalho manual e sua importância nos modernos processos de produção (ibid., ibid.)*.

A referida Recomendação da UNESCO, ao propor a *educação para a vida em uma era tecnológica*, parte do pressuposto que ciência e técnica são os fundamentos do desenvolvimento econômico e social, estabelecendo, por conseguinte, que os planos de ensino técnico e profissional destinados a formar pessoal para as áreas da indústria, agricultura, comércio e serviços afins, além de levarem em conta a rápida evolução da tecnologia deveriam, também, elevar o patamar de escolarização, ampliando a formação técnica e profissional.

É, pois, no início da década de 1960 que se gesta a concepção de educação tecnológica, desenvolvida historicamente nos anos de 1970 e 1980, cujo ideário amadurecido, no final da década de 1990,

promoveu a reforma do ensino profissional de nível médio.

O termo *tecnológica* será vinculado à educação, ganhando fluência nos documentos oficiais do MEC, em detrimento de expressões como *educação técnica* e *formação técnico-profissional*, que, gradativamente, caem em desuso. Vinculado à educação, o termo *tecnológica* ganha o sentido de prover o Estado de mão-de-obra especializada para a indústria.

O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Em face das recomendações de organismos internacionais, do desenvolvimento das forças produtivas, da expansão industrial no país e da necessidade de o parque industrial se adaptar às novas tecnologias, a política de formação profissional torna-se mediação no sentido de prover o Estado de mão-de-obra especializada.

Foi quando, em 1962, o CFE organizou, provisoriamente, os currículos mínimos de cursos de engenharia, deixando em aberto o debate sobre a duração dos cursos, se de e cinco anos ou não (Nascimento, 1986, p.39).

Em 1963, o Parecer nº 60 do CFE instituiu o curso de engenharia de operação, com três anos de duração, cujos currículos mínimos foram fixados no Parecer nº 25/65, definindo o perfil do engenheiro de operação como “elemento de formação *profissional-tecnológica*, de nível superior”, distinguindo-se de engenheiros com “cursos de formação profissional científica, que não se confundem com os primeiros por exigirem preparação científica muito mais ampla e, em consequência, maior duração dos respectivos cursos”.

A partir daí, o Parecer nº 25 e outros documentos emanados do MEC aderem à expressão formação *profissional-tecnológica*; primeiro, por relacioná-la ao desenvolvimento das forças produtivas e, depois, por se referir a cursos enquadrados no ensino superior, oferecendo-lhes cunho diferenciado dos cursos técnicos de nível médio, tidos, até então, como de formação *técnico-profissional*.

Desse modo, a *formação tecnológica* seria mais abrangente do que a formação *técnico-profissional*, e, portanto, associada a um nível maior de conhecimento, envolvendo questões relacionadas ao desenvolvimento de novas tecnologias e, também, voltada para as necessidades do mercado.

É o que Ítalo Bologna busca mostrar no relatório sobre “a demanda de mão-de-obra” para a indústria, em 1964, salientando que, além do irrisório número de técnicos industriais diante da crescente demanda do setor produtivo, o que vinha ocorrendo era um processo de desqualificação da mão-de-obra devido as empresas estarem investindo em novas máquinas.

Essa lacuna estaria sendo preenchida, de um lado, por engenheiros e, de outro, por “agentes de mestria guindados, forçosamente, à posição de técnicos”, isto é, os operários estariam sendo empurrados pela mecanização para níveis mais altos de qualificação; a automatização estaria forçando a “intelectualização da mão-de-obra industrial”.

Em vista de estarem ocorrendo dois deslocamentos de função, um no sentido de baixo para cima, pelo trabalhador com baixo nível de qualificação exercendo a função de técnico, e, outro, em sentido inverso, o engenheiro executando tarefas de técnicos, seria justificável a implantação de cursos de engenharia de operação, “que melhor se chamariam de tecnológicos”.

Em síntese, Bologna propunha a expansão de cursos de curta duração, a exemplo dos já oferecidos em Volta Redonda e São Bernardo do Campo, mantidos, respectivamente, pela Escola Fluminense de Engenharia e pela Faculdade de Engenharia Industrial, devendo as instituições ministradoras dos cursos funcionar em estreita articulação com empresas do ramo, que, participando da organização dos currículos, ofereceriam pessoal docente especializado e estágio aos alunos.

No ano do golpe de 1964, foram empreendidas diversas mudanças no âmbito do MEC; assim, “o novo MEC”, de caráter tecnicista, adquire nova feição, ao mesmo tempo em que já apontava para diferenciação entre cursos no ensino superior. Um estaria voltado para as questões práticas e imediatas do setor produtivo e o outro, de caráter científico e formação sólida, voltaria-se para a criatividade, projetos e pesquisa.

Entretantes, seria encontrado o germe da transformação de escolas técnicas da Rede Federal de *Ensino Industrial* em Centros Federais de *Educação Tecnológica* (CEFETs) e a consolidação da “diferenciação para cima” do ensino.

No cenário em que as políticas educacionais estavam sendo balizadas pelo acordo MEC–USAID, contando com a cooperação técnica da Fundação Ford

e financiadas pelo BIRD e BID, a implantação da engenharia de operação se concretizou a partir dos resultados de dois grupos de trabalho. O primeiro, formado por professores da ETF da Guanabara, também membros da equipe MEC–USAID, que contaram com a assessoria técnica da Fundação Ford, que, à época, destinava parte das doações para o ensino técnico no Brasil. Esse grupo de trabalho, sob forte influência do modelo estadunidense, apontou as escolas técnicas federais como locus apropriado à instalação e implementação de cursos para “engenheiros tecnológicos”.

Em 1965, o MEC autorizou a implantação de cursos de engenharia de operação na ETF da Guanabara em convênio com a Escola de Engenharia da Universidade do Brasil e, também, recomendou, sob a orientação do segundo grupo de trabalho, a expansão dos cursos em outras escolas técnicas federais.

Mais tarde, em 1969, o Decreto-lei nº 547 autorizou a organização e o funcionamento de cursos profissionais superiores de curta duração nas escolas técnicas, dispensando o convênio com a Escola de Engenharia, sendo que o Decreto-lei nº 796 estendeu a autorização às Escolas Técnicas de Minas Gerais e Paraná.

Foi no bojo da reforma universitária do governo militar, em que se expandiam cursos de tecnólogos na rede privada de ensino, com dupla finalidade – atender os três setores da economia e conter a entrada da classe trabalhadora no ensino superior de qualidade –, que foi criada, no âmbito do Departamento de Assuntos Universitários (DAU/MEC), uma comissão para reformular a concepção dos cursos de engenharia no Brasil, tendo em vista a resistência de entidades de classe em reconhecerem profissionalmente os egressos dos cursos de engenharia de operação.

Corroborava-se, assim, a extinção dos cursos de “engenheiros tecnológicos” e o surgimento de outros cursos de menor duração, com, apenas, dois anos, que não requereriam o título de engenheiro. Entretantes, toda política de implantação de cursos superiores nas escolas técnicas federais vinha sendo desenvolvida pelo Departamento de Ensino Médio (DEM) do MEC.

Na ingerência dos acordos MEC–BIRD, depois de se decidir pela extinção dos cursos de engenharia de operação, foi criado o curso de engenharia industrial, com duração de cinco anos. Todavia, a absorção desses últimos pelas universidades foi rejeitada porque a finalidade da engenharia industrial parecia se ajustar melhor à identidade das escolas técnicas, pois que visa

à formação de um profissional habilitado à supervisão de setores especializados da indústria e encargos normais de produção industrial, caracterizado por uma formação predominantemente prática, necessária à condução dos processos industriais, à gerência ou supervisão das indústrias, à direção da aplicação da mão-de-obra, às técnicas de utilização e manutenção de equipamentos, enfim, às atividades normais ou de rotina das indústrias. (Parecer nº 4.434/76, apud Nascimento, 1986).

As escolas técnicas foram incumbidas de adaptar os currículos da extinta engenharia de operação à nova realidade. Em decorrência, sob a supervisão do DAU/MEC, em 1978, as ETFs do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná foram transformadas em CEFETs. Na justificativa da transformação fica clara a intenção do Grupo de Trabalho instituído para elaborar a proposta de criação dos Centros de Engenharia: dar continuidade à política associada e dependente dos organismos internacionais.

O GT assinala que o Acordo MEC–BIRD, nº 755/BR, foi articulado para prover cursos de curta duração em diferentes modalidades, de modo a atender a diversificada tecnologia industrial de que tanto o Brasil necessitava para seu *desenvolvimento tecnológico*. O que se pretendia era estabelecer uma política diretiva relacionada ao ensino técnico industrial, com base na necessidade de “mão-de-obra tecnológica” em diversos níveis de formação: *é o leque que se vai abrindo, pela exigência maior da expansão da tecnologia*. E segue o relatório na defesa da manutenção da oferta de diferenciados cursos, em particular na área das indústrias, privilegiando o de tecnólogos, cujo “habitat natural de funcionamento desses cursos” seriam as escolas técnicas federais.

Portanto, é a partir da criação dos CEFETs do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná, em 1978, pela Lei Federal nº 6.545, como um modelo de formação de profissionais tecnólogos (em cursos de curta duração) e engenheiros industriais (em cursos com igual duração dos cursos convencionais de engenharia), que começa a clarificar, no país, a concepção de educação tecnológica. Concepção essa que estabelece a política diretriz de ações futuras do MEC, tomando a técnica, a ciência e a tecnologia não como resultado do trabalho humano para o consumo coletivo ou como bem social, mas, sim, para a produção de lucro a serviço do capital.

Após a criação dos três primeiros CEFETs, devido à crise do capital, entre 1979-82, que

evidenciava o esgotamento do padrão de acumulação baseado na produção de bens de consumo, já na vigência do III PND, com o modelo nacional-desenvolvimentista sendo substituído pela expansão do agronegócio e o terceiro setor entrando em franco crescimento, as ações no âmbito do MEC se retraíram até meados dos anos de 1980. Apenas, se reconhece o modelo CEFET como “válido e eficaz”, consoante o artigo 3º do Decreto nº 87.310/82, regulamentador da Lei nº 6.545/78 de criação dos CEFETs:

Integração do ensino técnico de segundo grau com o ensino superior; ensino superior como continuidade do ensino técnico de segundo grau, diferenciado do sistema de ensino universitário; acentuação na formação especializada, levando-se em consideração tendências do mercado de trabalho e do desenvolvimento; atuação exclusiva na área tecnológica; formação de professores e especialistas para as disciplinas especializadas do ensino técnico de segundo grau; realização de pesquisas aplicadas e prestação de serviços; estrutura organizacional adequada a essas peculiaridades e aos seus objetivos.

Ressalte-se que o referido decreto reedita o conceito de que as escolas técnicas, agora CEFETs, se constituem em instituições de ensino diferenciadas e separadas do segmento de educação que leva às universidades.

Nesse sentido, vai se gestando a proposta de criar uma rede de educação profissional, separada e paralela da rede “regular” de ensino, que ganhou corpo no governo FHC e se fortalece no governo Lula da Silva.

Na segunda metade dos anos de 1980, o governo brasileiro buscou consolidar o “modelo CEFET”, criando, em 4 de julho de 1986, o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino Técnico (PROTEC), destinado a expandir a rede federal de ensino técnico de nível médio. A proposta inicial era a de construir 100 novas escolas técnicas, número logo ampliado para 200; entretanto, a opção foi criar um sistema de escolas técnicas como Unidades de Ensino Descentralizadas (UnED) vinculadas aos CEFETs e ETFs, sistema esse inspirado na experiência dos *campi* universitários. Foram construídas, também, escolas agrotécnicas.

O PROTEC se inscreve nas políticas educacionais de uma conjuntura de redemocratização, trazendo em sua essência o ranço do tecnicismo-productivista do governo militar:

produz uma forma inversa de apreender o processo de desenvolvimento econômico-social capitalista e nivela realidades profundamente diversas no plano das relações de poder internacional (...) inversão que postula que o progresso técnico – base fundamental

para o desenvolvimento hoje – ao mesmo tempo amplia a oferta de emprego, e essa ampliação exige, generalizadamente, a ampliação das qualificações. (Frigotto; Ciavatta; Magalhães, 2006, p.142)

A CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA NOS ANOS DE 1990

No início dos anos de 1990, a concepção sobre a formação *profissional-tecnológica* já se encontrava em fase amadurecida; denominada de *educação tecnológica*, pode ser conceituada como uma educação moderna, capaz de acompanhar o desenvolvimento das forças produtivas e, devendo, como dantes, aproximar-se do mercado, de modo a atender os setores primário, secundário e terciário da economia.

Ressalte-se que, por essa época, a rede de ETFs e CEFETs já não tem como finalidade precípua formar mão-de-obra para indústria, mas, também, ofertar cursos de curta duração de modo a atender os setores primário e terciário, posto que a Lei nº 8.711/93, ao ampliar a atuação do Sistema de Educação Tecnológica para as áreas primárias e terciárias da economia, modificou a identidade das escolas técnicas pertencentes à antiga Rede Federal de Ensino Industrial. Em seu teor, a referida lei promove a substituição dos termos “área técnico-industrial” (mencionado na Lei nº 6.545/78) por “área tecnológica”.

Entrementes, os aparelhos de hegemonia do Estado vinculados ao capital, como a CNI, o Instituto Euvaldo Lodi (IEL), a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), o Instituto Herbert Levy (IHL) e o SENAI, *reclamavam mudanças na educação, centrando seu foco na concepção de educação polivalente para um trabalhador multifuncional, adaptado, subserviente ao mercado* (Frigotto, 2006, p.40).

Para atender as demandas impostas à nova educação, além de reproduzir nas escolas o ambiente empresarial, no âmbito do MEC foi criada a Secretaria Nacional de Educação Tecnológica (SENET) como unidade específica e especializada para gerir a educação tecnológica em todos os níveis, posteriormente denominada Secretaria Nacional de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC).

Todavia, desde o final da década de 1980, algumas ETFs reivindicavam a sua transformação em CEFETs, enquanto outras pleiteavam o direito de ministrar cursos de nível superior. Lograram êxito, no entanto, as Escolas Técnicas do Maranhão e Bahia, transformadas em CEFETs, respectivamente, em 1989 e

1993. As demais foram transformadas *em bloco*, juntando-se a todas outras escolas técnicas federais do país, em 1994, pela Lei nº 8.948, de 8 de dezembro, que, por sua vez, também instituiu o Sistema Nacional de Educação Tecnológica.

A criação desse Sistema baseia-se nas políticas de desenvolvimento de países de primeiro mundo, especialmente os europeus, que atribuem o seu desenvolvimento ao investimento sistematizado na busca e uso intensivo de modernas tecnologias. Identificando semelhanças entre a possibilidade de avanço tecnológico no Brasil e nesses países, os problemas do desenvolvimento nacional estariam também condicionados às políticas de investimento em tecnologias e em formação de mão-de-obra especializada para operá-las. Identificou-se, com isso, a necessidade de interligação entre os diversos setores que utilizam e desenvolvem tecnologias de ponta, e aqueles setores mais pobres cientificamente. (Ramos, 1995, p.167)

Para atender as demandas impostas à nova educação, seria essencial *forte base de sustentação a ser construída por uma sólida educação geral tecnológica, voltada para o preparo de profissionais capazes de absorver, desenvolver e gerar tecnologia* (SENET, 1991, *apud* Ramos, 1995, p.167).

Na voz dos empresários, entretanto, o maior problema da educação tecnológica estaria no sistema educacional falho, que “não é capaz de maximizar a utilização de sua força de trabalho”, por ter-se “afastado das verdadeiras necessidades geradas nas atividades econômicas”. A solução é dada pelo IPEA:

Nada impediria que as escolas técnicas pudessem passar a oferecer cursos de qualificação/treinamento de operários, revertendo a tendência de oferecer, cada vez mais, só cursos de nível secundário, superior e às vezes em nível de pós-graduação. Essa reversão ajudaria, como se procurou mostrar historicamente, a melhoria do diálogo com o setor produtivo. (IPEA, p.18)

Sob forte influência do pensamento empresarial e de economistas, o MEC buscou dar respostas às necessidades do capital, avaliando o modelo CEFET. Este modelo, constituído em uma rede de instituições elevadas a status de nível superior, vinculadas ao Sistema Nacional de Educação Tecnológica, deve

ser visto como um sistema paralelo alternativo do sistema tradicional que precisará de uma política pública própria, considerando suas peculiaridades e os anseios nacionais de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país. (Brasil, MEC, 1994a, pp.16-17, *apud op. cit.*)

Estaria, assim, consolidada a estrutura para a reforma da educação promovida pelo governo FHC, bem como a concepção de educação tecnológica, cujo caráter é contraditório, na medida em que é abrangente, no sentido de formar profissionais em todos os níveis de ensino direcionados ao mercado de trabalho dos três setores da economia, e, restrita, no sentido de caracterizar-se como um segmento de educação *paralelo alternativo* ao sistema da educação geral.

A reforma do ensino médio e técnico mediada pelo Decreto nº 2.208/97 manifestou essa concepção de educação na Resolução nº 04/99, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico, analisadas e apreciadas pelo Parecer nº 16/99.

No aspecto pedagógico, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico (DCN) retomam a *teoria do capital humano* sob nova aparência, nova roupagem.

Caracterizadas por um conjunto de princípios e critérios, as Diretrizes definiram a metodologia de elaboração dos currículos a partir de competências gerais em vinte áreas profissionais, enquanto o Parecer nº 16/99, contraditório em sua essência, busca redimir a sociedade dos estragos que a Lei nº 5.692/71 e o Parecer nº 45/72 teriam legado, justificando, assim, a separação entre ensino médio e técnico.

O Parecer nº 16/99 atribuiu às DCN o significado de tábua de salvação do planejamento educacional, mostrando uma de suas contradições, uma vez que, ao sustentar a organização curricular no binômio qualidade e produtividade, na busca de uma educação profissional eficiente, acabou por desorganizar as práticas escolares com currículos modularizados, fragmentados e cursos de duração flexível.

O referido Parecer, ao fazer o vínculo estreito entre educação e modernização, entre educação e desenvolvimento econômico, *rejuvenesce o capital humano*, agora detentor de competências e habilidades, num contexto em que a democratização do acesso à educação profissional torna-se mecanismo para justificar as desigualdades sociais, a distribuição de renda e emprego e, ainda, a mobilidade social interclasse.

A questão das desigualdades sociais, dos antagonismos de classes, o conflito capital-trabalho seriam superados por um processo meritocrático. Mascara-se o caráter orgânico da acumulação,

concentração e centralização do capital e a própria luta de classes, na medida em que se nivela, sob a categoria de capital, a capacidade de trabalho dos indivíduos, 'potenciada' com educação ou treinamento, ao capital físico, ou seja, a força de trabalho se apresenta como uma mercadoria – um capital do mesmo valor que o capital físico. (Frigotto, 2001, p.126)

Como na contemporaneidade as relações entre trabalho produtivo e improdutivo, manual e intelectual, material e imaterial permitem maior *interrelação e interpenetração* entre atividades produtivas e improdutivas, entre atividades fabris e de serviço, entre atividades laborativas e atividades de concepção, produção e conhecimento científico, o capital e sua *lei do valor* necessitam, cada vez menos, do trabalho estável e cada vez mais de formas de trabalho parcial, terceirizado, que são, em escala crescente, parte constitutiva do processo de produção capitalista. (Antunes 2003)

Nesse sentido, o Parecer nº 16/99 incentiva o desenvolvimento de competências profissionais de modo a proporcionar ao trabalhador a potencialidade de tornar-se empregável; entretanto, *a aquisição de competências profissionais na perspectiva da laborabilidade, embora facilite essa mobilidade, aumentando as oportunidades de trabalho, não pode ser apontada como a solução para o problema do desemprego* (MEC/CNE, Parecer nº 16, de 1999).

Contraditoriamente, como o capital não pode prescindir do trabalho vivo, no processo de criação de valores, passa a aumentar o uso e a produtividade do trabalho de modo a aumentar a mais-valia, em tempo cada vez menor, “valorizando o trabalhador”. Valorização essa que tem por finalidade tornar o trabalhador um “cidadão produtivo com vistas ao mercado”, o que significa submetê-lo às *exigências do capital que vão no sentido da subordinação e não da participação para o desenvolvimento de todas as suas potencialidades* (Frigotto; Ciavatta, 2006, p.63).

Ramos (2004, p.41), com quem concordo, afirma que o entendimento de trabalho explicitado nas DCN mostra uma concepção de educação eivada de contradições entre capital e trabalho: ora o trabalho é tomado como princípio vital, ora o trabalho é mercadoria; ora o trabalho é mediação, ora o trabalho é visto como fim no mercado; ora o trabalho é práxis humana, ora o trabalho é práxis produtiva capitalista.

Todo esse arsenal teórico, político-ideológico, marcado por contradições entre capital e trabalho, foi produzindo, historicamente, a concepção de educação tecnológica norteadora da reforma de nível médio,

refletindo-se internamente no cotidiano de escolas técnicas e CEFETs.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que na luta histórica travada entre capital e trabalho, a educação – entendida por mim como processo na perspectiva da luta emancipadora e, tal como o trabalho, atividade humana autorrealizadora, prática sociopolítica definida no seio das relações sociais – responde predominantemente aos interesses imediatos do capital, reduzindo-se, fundamentalmente, à formação da força de trabalho como *capital humano*.

Nessa dimensão, a educação deixa de ser processo, sendo reduzida a *doses homeopáticas* de qualificação e requalificação, vistas como geradoras de maior produtividade, que, por sua vez, eleva o crescimento econômico do país, pretendido por um Estado em busca da modernização e da competitividade.

No Brasil, a concepção de educação voltada para a formação do trabalhador, em geral, e de educação tecnológica, em particular, vem reunindo, desde os anos de 1960, um conjunto de ações em torno da política educacional, atrelando, cada vez mais, a educação ao desenvolvimento econômico e a escola do trabalho às necessidades estritas do mercado. Neste cenário, o trabalhador é visto tão somente como “fator da produção”.

Fundamentada em uma perspectiva economicista, a concepção de educação tecnológica reveste o *capital humano* com uma roupagem humanista e humanizadora, trazendo preocupações marcantes com a valorização das competências, autonomia, participação, flexibilização do trabalhador devidamente (con)formado.

Por detrás dessa “formação e valorização do trabalhador” está o *individualismo leoninino* da ideologia neoliberal, que transfere para a individualidade de jovens e trabalhadores a responsabilidade de adquirir competências e habilidades, ter iniciativa própria e capacidade de resolver problemas, ter criatividade, autonomia e espírito empreendedor, a fim de se inserirem na empregabilidade, em um contexto de precarização do trabalho.

A política governamental de FHC lançou mão do caráter circular da *teoria do capital humano* – a

evolução da tecnologia força a elevação do patamar de escolaridade, que, por sua vez, obriga a ampliação da formação profissional, compelindo, assim, o desenvolvimento econômico, que investirá em ciência e tecnologia, exigindo elevação do patamar de escolaridade... –, separando o ensino médio do ensino técnico, e obrigou escolas técnicas e CEFETs a ampliarem o número de matrículas, por meio da implantação de cursos cuja a finalidade é (con)formar trabalhadores para atuar no mercado de trabalho de um país desindustrializado e desnacionalizado. Neste sentido, posso afirmar que os processos de desindustrialização e desnacionalização promovidos pelo governo FHC influenciaram sobremodo a reforma curricular dos cursos técnicos.

A formação profissional aligeirada, devido à redução de carga horária dos cursos ministrados, à pouca quantidade de aulas práticas, à insuficiente articulação entre teoria e prática, à redução da ênfase em conteúdos específicos, entre outros aspectos, revela que a reforma da educação profissional implantada é de base tecnicista e instrumental.

Diferentemente da concepção de educação tecnológica, em Marx, e da concepção da escola única de Gramsci, que buscam a unidade entre educação e produção material, tendo em sua essência a unidade de teoria e prática, cujo caráter é de totalidade ou *omnilateralidade* do homem, não limitado apenas ao trabalho manual ou apenas ao trabalho intelectual da atividade produtiva, mas, sim, à possibilidade de uma plena e total manifestação de si mesmo, independente das ocupações específicas de um determinado posto de trabalho, a concepção de educação tecnológica das reformas educacionais, no Brasil, é contraditória em sua essência, na medida em que, por um lado, concebe uma formação em sentido *lato*, associada a um nível maior de conhecimento, envolvendo questões relacionadas ao desenvolvimento de novas tecnologias, e, de outro, associa esta mesma formação a cursos aligeirados, de conteúdos fragmentados.

O resultado desse processo histórico define não só o tipo de sociedade vivida pelos brasileiros, constituída nos planos da estrutura econômico-social e superestrutura jurídico-político-ideológica na sua relação com o interno e o externo, mas, também, o estágio de desenvolvimento tecnocientífico que expressa sua posição/situação na divisão internacional do trabalho e suas implicações com as demandas do trabalho – uma sociedade dividida entre o tradicional / atrasado / subdesenvolvido e o moderno / desenvolvido, cindida em classes, fonte da exploração do trabalho.

Nota da autora

Este texto tem por base Silveira (2007). Ressalvo, aqui, meus respectivos textos publicados ou para publicação.

Referências bibliográficas

- ANTUNES, Ricardo. *Os sentidos do trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho*. 6. ed. São Paulo: Boitempo, 2003.
- BOITO Jr., Armando. *Hegemonia neoliberal e sindicalismo no Brasil*. Revista Crítica Marxista, n. 3, 1996. Disponível em: <http://www.unicamp.br/cemarx/criticamarxista/sumario3.html>
- BRASIL. *Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997*. Regulamenta o §2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- BRASIL. *Lei nº 6.545, de 30 de junho de 1978*. Dispõe sobre a transformação das Escolas Técnicas Federais de Minas Gerais, do Paraná e Celso Suckow da Fonseca em Centros Federais de Educação Tecnológica, e dá outras providências. Brasília, 1978.
- BRASIL. *Lei nº 8.948, de 08 de dezembro de 1994*. Dispõe sobre a instituição do Sistema Nacional de Educação Tecnológica, e dá outras providências. Brasília, 1994.
- BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.
- BRASIL/MEC/CNE/CEB. *Parecer nº 16, de 5 de outubro de 1999*. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Profissional de Nível Técnico.
- BRASIL/MEC/CNE/CEB. *Resolução nº 4, de 4 de outubro de 1999*. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.
- BOLOGNA, Ítalo. Demanda de mão-de-obra especializada no atual surto industrial brasileiro. In: MEC/CBAI/DEI. *Revista do Ensino Industrial*, n. 9, ano III, dez./1964.
- FRIGOTTO, Gaudêncio. *A produtividade da escola improdutivo: um (re) exame das relações entre educação e estrutura econômico-social e capitalista*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- _____. Educar o trabalhador cidadão produtivo ou o ser humano emancipado? In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (Orgs.). *A formação do cidadão produtivo: a cultura de mercado no ensino médio e técnico*. Brasília: INEP, 2006.
- _____; CIAVATTA, Maria; MAGALHÃES, Ana Lúcia. Programa de melhoria e expansão do ensino técnico: expressão de um conflito de concepções de educação tecnológica. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (Orgs.). *A formação do cidadão produtivo: a cultura de mercado no ensino médio e técnico*. Brasília: INEP, 2006.
- FONSECA, Celso Suckow da. *História do ensino industrial no Brasil*. RJ: Composto e Impresso no Curso de Tipografia e Encadernação da Escola Técnica Nacional, 1961.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Modernização tecnológica e formação técnico-profissional no Brasil: impasses e desafios*. Texto para discussão nº 295. Brasília: IPEA, mar/1993.
- LEHER, Roberto. *Da ideologia do desenvolvimento à ideologia da globalização: a educação como estratégia do Banco Mundial para "alívio" da pobreza*. São Paulo, 1998. 267f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- NASCIMENTO, Oswaldo Vieira do. *O ensino industrial no Brasil: 75 anos do ensino técnico ao ensino superior*. Rio de Janeiro, 1986. 60f. Monografia (Série Monografias SENAI-DN). SENAI/DN/DPEA, Rio de Janeiro, 1986.
- RAMOS, Marise. *Do ensino técnico à educação tecnológica: (a)-historicidade das políticas dos anos 90*. Niterói, 1995. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1995.
- _____. O projeto unitário de ensino médio sob os princípios do trabalho, da ciência e da cultura. In: FRIGOTTO Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (Orgs.). *Ensino médio: ciência, cultura e trabalho*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2004.
- RODRIGUES, José. *O moderno príncipe: o pensamento pedagógico empresarial da Confederação Nacional da Indústria*. Campinas, SP: Autores Associados, 1998.
- SAVIANI, Dermeval. *A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas*. 8. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.
- SETUBAL, Olavo. Política industrial na década de 1990. In: BRASIL/MDIC/STI. *Cronologia do desenvolvimento científico, tecnológico e industrial brasileiro 1938-2003*. Brasília: MDIC/STI: SEBRAE: IEL/CNI, 2005.

SILVEIRA, Zuleide Simas da. *Contradições entre capital e trabalho: concepções de educação tecnológica na reforma do ensino médio e técnico*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www.uff.br/pos_educacao/joomla/images/stories/Teses/zuleidesilveira07.pdf.

_____. *Desindustrialização e desnacionalização. O que isto tem a ver com a reforma curricular do ensino profissional no Brasil?* Anais do 6º Seminário do Trabalho. Marília: UNESP, 2008. Disponível em <http://www.estudosdotrabalho.org/anais6seminariodotrabalho/zuleidesimasdasilveira.pdf>

UNESCO. Recomendação a todos os países da ONU. In: BRASIL/MEC. *Revista Ensino Industrial*, n.1, ano 1. Brasília: MEC/CBAI/DEI, 1962.

UNESCO. *Declaração Mundial Sobre Educação Para Todos – Satisfação das Necessidades Básicas em Aprendizagem*. Disponível em: www.unesco.org.br/publicações.

UNESCO. *Recomendación para la Ejecución Del Proyecto Principal de Educación en el Período 1993-1996*. Disponível em: www.unesco.org.br/publicações.

Dados da autora

Zuleide Simas da Silveira (zuleidesilveira@terra.com.br), professora do Curso Técnico de Segurança do Trabalho do CEFET/RJ, é licenciada em Técnicas Industriais, bacharel em Engenharia Elétrica, mestre e doutoranda em Educação (UFF).

A Unicidade da Técnica

Luciano de Paula Moraes

RESUMO: *Este trabalho apresenta a definição de técnica, porém não categorizada, mas abrangente e associada ao homem. Apresenta, também, a ideologia associada, bem como retrata o movimento global que culmina no avanço e substituição das técnicas por outras. E, principalmente, aborda o conceito de unicidade da técnica, que se traduz como uma unidade que acopla todas as técnicas existentes em cada momento histórico das relações sociais. Os argumentos aqui utilizados baseiam-se fortemente na análise do livro "O Conceito de Tecnologia", de Álvaro Vieira Pinto, e no livro de Milton Santos, "A Natureza do Espaço".*
Palavras-chave: Técnica; Relações Sociais; Unicidade.

ABSTRACT: *This work presents the definition of technique, however not categorized, but comprehensive and associated to a man. Present also the associate ideology, as well as show the global movement that culminates in the advancement and substitution of the techniques for others, and, principally, it boards the concept of unicity of the technique, which is translated like one unity that couples all the existent techniques at each historical moment of the social relations. The arguments here used to be based strongly on the analysis of the book "The Concept of Technology" of Álvaro Vieira Pinto and on the book of Milton Santos "The Nature of the Space".*
Keywords: Technique; Social Relations; Unicity.

INTRODUÇÃO

Não são muito comuns trabalhos acadêmicos que buscam tratar da técnica como elemento principal de uma abordagem textual científica; ao contrário, muitos ensaios tratam o assunto de forma categorizada e específica de um campo prático ou teórico da técnica. Como fontes principais deste trabalho destacam-se os autores brasileiros Milton Santos e Álvaro Vieira Pinto, que vislumbram a técnica, de forma abrangente, como fenômeno natural interior da espécie humana.

A técnica constitui um elemento que atravessa diversas disciplinas, bem como elucida o um ponto essencial abordado neste trabalho: as relações do homem com o seu meio.

Milton Santos (2008) utiliza a técnica, em sua obra, para analisar o seu objeto de estudo, que não só é a geografia, mas, principalmente, o espaço. Segundo o autor, essa forma de ver a técnica não é, todavia, completamente explorada.

Álvaro Vieira Pinto (2005) aborda a técnica sob um campo ideológico, assumindo que é impossível explicá-la corretamente sem associá-la às relações sociais e, fatalmente, ao homem.

Embora a técnica permeie diversos terrenos disciplinares, sua definição, segundo esses autores, coaduna-se no esteio das relações sociais que a elaboram.

Milton Santos (2008) define a técnica como a principal forma de relação entre o homem e a natureza, e, também, como um conjunto de meios instrumentais e sociais com os quais os homens realizam sua vida, produzem e criam o espaço. Reforça ainda que, indubitavelmente, a técnica é um elemento importante de explicação da sociedade e dos lugares; entretanto, sozinha, a técnica não pode explicar nada, ou seja, é preciso levar em conta os quadros sociais em que técnicas e instrumentos nasceram e agiram. Os objetos técnicos são explicados nas relações sociais que o determinaram.

Álvaro Vieira Pinto define técnica como:

um processo de resolução das contradições do ser vivo tornado consciente e obrigado a descobrir por si a resolução dos seus conflitos com a realidade que o cerca. Conflito resultante do alto nível de especialização que chegou ao trabalho executado em condições sociais. A

idéia da técnica contém ainda, entre outras conotações, a liberdade que o ser capaz de engendrará-la possui de propor a si mesmo fins não prefixados no acervo das condutas herdadas. (2005, p.147)

Faz-se necessário para o entendimento de algumas explanações deste trabalho a distinção entre tecnologia e técnica. A tecnologia deve, neste contexto, ser compreendida como a reunião de todas as técnicas de que uma sociedade dispõe; assim, o trabalho realizado em cada época supõe um conjunto historicamente determinado de técnicas. As técnicas são, pois, um fenômeno histórico. Por isso é possível identificar o momento de sua origem. Toda técnica é revestida e entranhada de história das relações humanas.

Desde o início dos tempos, uma das características da técnica é ser universal como tendência. O capitalismo vai contribuir para a aceleração do processo que leva à internacionalização das técnicas, antes mesmo de desembocar, neste fim de século, em sua globalização: a universalidade das técnicas, não mais como uma tendência, mas como um fato. (Santos, 2008). É nesse ponto que irá residir uma preocupação do trabalho: a busca de um argumento que retrate a “unicidade da técnica”, sob as perspectivas dos autores, unicidade essa que se assemelha à universalidade das técnicas.

Álvaro Vieira Pinto enfoca a “unicidade da técnica” em uma abordagem inclusiva. Isso fica evidenciado na seguinte reflexão:

A lição decisiva para a qual desejaríamos fazer convergir nossos esforços de reflexão cifra-se em insistir na necessidade de se considerar a técnica como totalidade unitária. A realização de qualquer técnica exige de algum modo o auxílio de técnicas já conhecidas, e isso tanto para reiteração dos atos produtivos correntes como para a invenção de outros novos. (idem, p.344).

As técnicas avançam rapidamente na atualidade. Isto é evidenciado pelo bombardeio de artefatos tecnológicos, e o local agora é mundial, contribuindo para a rápida difusão da técnica. Para clarificar esse movimento, que renova as relações sociais e a técnica, será utilizado, como elemento de explicação, o conceito de “totalidade” proposto por Milton Santos, bem como o conceito de “unicidade da técnica”, proposto por ambos os autores. Contudo, fez-se necessário um recorte ou modelagem do assunto para a estruturação de argumentos, segundo uma intencionalidade. Respeitando a genialidade do

conteúdo das obras utilizadas como fonte, torna-se importante o senso de não esgotamento do assunto, mas sim o de complementaridade e contribuição para o mesmo.

A TÉCNICA

Desde os primórdios dos tempos, a técnica constituiu-se como o principal fator de diferenciação entre os animais racionais e os instintivos. Sob esse contexto, a capacidade técnica está vinculada aos atos humanos úteis, isto é, atos que têm por finalidade favorecer a sua sobrevivência em detrimento da utilização e modificação da natureza para estabelecimento do *status quo* social vigente.

Diferentemente dos hominídeos, os animais instintivos não possuem a capacidade cognitiva elevada, patrocinadora da apreensão dos fenômenos naturais, da abstração, reflexão, intuição e utilização dos princípios dos corpos naturais, para otimizá-los em uma técnica tangível ou artefato técnico. O animal instintivo segue seu traço genético em favor de sua vida e da prole, sem a utilização de uma intenção racional altamente elaborada, como na espécie humana; e, sobretudo, o animal instintivo se adapta à natureza ao invés de modificá-la a seu favor. Modificar a natureza, segundo Pinto (2005), deve-se principalmente à “capacidade de projetar”, e a essência de um projeto consiste num modo de ser do homem, que se propõe a criar novas condições de existência para si, dentro de uma realidade social.

Os atos técnicos são então oriundos do homem, e só faz sentido sua análise associada a esse ser. A técnica deve ser compreendida como fenômeno interior, humano e patrimônio da história da humanidade, pois em todos os momentos ela se fez revelando o modo de conviver das diversas sociedades: toda técnica é história congelada, que fez sentido e é explicada na realidade em que operou sua funcionalidade, seu objetivo. As antigas definições de técnica passam pela antiguidade, quando Aristóteles a definiu como um modo de ser específico do homem, tornando-a conceito humano, referida ao trabalho e à matéria com a qual o homem operava. Entretanto, tal preocupação com o estudo para encaminhamento e compreensão da técnica não foi plenamente utilizado pelo pensamento filosófico ocidental. Kant, em outra fase de desenvolvimento das técnicas, demonstrou um melhor aprofundamento da questão, categorizando-a em ato intencional e não intencional. Assim, Kant avançou em uma compreensão sobre o ato técnico

inteiramente ligado às leis do mundo natural. O homem não poderia conceber um ato técnico intencional se a natureza não dispusesse de um mecanismo factível, não-intencional. *A ação humana só é exequível se estiver prefigurada nos caminhos possíveis oferecidos pela atividade das substâncias, dos seres uns sobre os outros.* (Pinto, 2005, p.139)

As tentativas de concepções contemporâneas da técnica apoiaram-se no seu avanço e, conseqüentemente, aos feitos tecnológicos altamente estruturados. Contudo, a preocupação com uma nova concepção abriu veredas para ideologias da técnica, estabelecendo paradigmas a favor de uma minoria dominante e privilegiando estratégias para manutenção do poderio dessa minoria.

Uma pergunta pode ser feita em relação à técnica: qual seu papel na produção da vida humana? A técnica deve ser compreendida como um ato intencional do homem, um ato que medeia contradições do homem com a natureza, da qual ele retira as matérias brutas, e os princípios físicos que lhe permitirão elaborar uma técnica ou aperfeiçoá-la para atender suas necessidades em defesa da vida, no espaço em que vive e consegue criar significado para si próprio com os outros, pois espaço é uma coisa viva, que interage com as relações sociais, permitindo a identificação do homem com sua existência.

A técnica é um meio de produção da realidade humana. Somente nessa realidade a técnica tem significado e proporciona a produção dos modos de existência, ontologia essa que modela as técnicas de um grupo ou uma sociedade.

A IDEOLOGIA

O termo ideologia possui algumas acepções; dentre elas, a que interessa a esse trabalho é a que retrata um sistema de idéias (crenças, tradições, princípios e mitos) interdependentes, sustentadas por um grupo social de qualquer natureza ou dimensão, as quais refletem, racionalizam e defendem os próprios interesses e compromissos institucionais, sejam estes morais, religiosos, políticos ou econômicos. Em síntese, consiste em uma atitude de fazer os outros pensarem e agirem sob conduta daquele que é o paradigma dominante em um dado momento.

A procura de acepções mais contemporâneas da palavra técnica foi acentuada efetivamente pelo desconforto gerado a partir de recentes feitos

tecnológicos, evidenciados pela cibernética, nanotecnologia, maciça aceleração dos meios de comunicação, dentre outros. Contudo, ideologicamente, a busca por uma nova e mais abrangente compreensão da técnica resultou na espoliação do termo por doutrinas idealistas, a favor dos interesses de uma minoria, sobretudo econômicos. Tal fato é visualizado na propagação e utilização pública da expressão “era tecnológica”, que é intrinsecamente permeada de um sistema de idéias e remete à reflexão de que o tempo presente é soberano em nível tecnológico à época outrora.

Segundo Pinto (2005), tal expressão incorre em uma “consciência ingênua”, ora expressando sinceridade pelo desconhecimento da realidade, ora expressando maliciosas ideologias, pois todas as sociedades, “contemporâneas” ou “primitivas” possuem as técnicas de que dispõem para sua sobrevivência.

A exaltação da “era tecnológica” como um momento apogístico é um erro, pois fragmenta o processo histórico do homem, deslocando-a da linha do tempo e sobrepujando-a sobre a face histórica. Os feitos tecnológicos avançados são acúmulo de conhecimento na consciência histórica da humanidade, e a ideologia promete e cumpre em deixar esse patrimônio humano inconsciente. Desconsiderar tal fato é não levar em conta o desenvolvimento das técnicas em cada cenário das relações sociais dos homens e, principalmente, a “unicidade das técnicas”, pois, segundo esse conceito, elas se apoiam umas sobre outras, não se excluem, coexistem e avançam conforme as necessidades da sobrevivência da vida humana, subordinada ao processo social. Isso fica comprovado, por exemplo, na utilização de um artefato tecnológico avançado como um trator, em área rural. Contudo, nessa mesma área, utiliza-se uma enxada, que é o artefato precursor do trator. Tais artefatos convivem e coexistem numa mesma época, com finalidades similares, embora em proporções diferentes, segundo a demanda de que aquela sociedade necessita.

Ideologicamente, tal exaltação, em grande parte, é motivada por interesses unitários, que distanciam a técnica do ato humano natural, colocando-a em um patamar distante de quem é total depositário dela: a humanidade.

Em virtude da entrega do ato técnico aos espoliantes de nacionalidade estrangeira, os mesmos se encarregam de pensar, planejar e executá-lo, fazendo reféns aqueles que abrem mão desse direito. Alardeiam

tempos soberanos, em que a técnica, manifestada em artefatos tecnológicos, se encarrega de solucionar todas as mazelas sociais, muitas delas resultantes da transferência do direito ao ato técnico, que proporciona a liberdade de saques caríssimos daqueles que dela se apropriaram. Doravante, quem obtiver mais tecnologia, poderá ser melhor. Mas esse caráter espoliativo desse sistema de idéias não retira da tecnologia sua verdadeira finalidade, a de vitoriar melhorias nas condições de vida da coletividade, retirar dos homens as labutas depreciativas da condição humana e libertá-los para a atividade que os alavanque intelectualmente.

Na história da humanidade, a datação da palavra ideologia aparece no século XVII. Contudo, não é interessante a pesquisa sobre o começo desse sistema de idéias, mas sim denotar que ele é exercido desde que o homem possui a capacidade de pensar. Ideologizar também é, pontualmente, ato natural da espécie humana; porém, muitas vezes, para favorecer poucos em detrimento de muitos.

Segundo Pinto (2005), há relatos de exaltação de “era tecnológica”, sobrevalorizada desde a idade antiga, em Roma, cujos escritos descrevem momentos “únicos” em que se desfrutavam belíssimos feitos técnicos em artes, literaturas e artefatos. Entretanto, a estrutura social romana, naquele molde, não subsistiu a não ser o conhecimento técnico acumulado desde todas as épocas, incluindo-o no patrimônio da humanidade, corroborando o conceito de “unicidade da técnica”, que será apresentado posteriormente, além de refutar o pensamento ideológico em torno da “era tecnológica”.

Tal argumento retira a ideologia em torno da técnica e objetiva devolver ao homem aquilo que lhe foi retirado, isto é, o ato técnico, e dispõe para ele, através disso, a capacidade de ser crítico nas influências dialéticas entre relações sociais e técnicas, a primeira determinando a existência da última.

De posse da capacidade crítica e técnica, o hominídeo poderá criar maneiras igualitárias e elevadas de convivência com os outros de sua espécie, incluindo a natureza, e, ainda, rever seu próprio sentido de existência, podendo desentificar a técnica, para nela não depositar os horrores sociais, como, por exemplo, as regras que explicam as guerras com seus artefatos técnicos letais. Mas a “consciência crítica”, principalmente, pode alocar o homem técnico natural como o verdadeiro e legítimo definidor de seu curso histórico, abolindo as falácias que declaram que os

tempos vindouros serão uma mera repetição das técnicas apoteóticas estrangeiras de cunho espoliativo atuais, técnicas essas que privilegiam uma minoria. Porém, para desânimo desses poucos, a lógica dialética demonstra que a derrocada de um dominador se dá logo com sua criação, e isso conseqüentemente direciona para tempos melhores.

TOTALIDADE

Sob a perspectiva de Santos (2008), a idéia de totalidade tem sido enfrentada de tímida maneira, sobretudo, pela geografia. Tal idéia esbarra no obstáculo da sistematização, isso porque a totalidade impõe o significado da reunião de todas as partes que formam um todo, ou uma soma. Assim, reúnem-se unidades ou elementos em favor de uma região, o que remete a um sistema fechado, que pode limitar uma abrangente explicação. Retoma-se, então, uma preocupação deste trabalho, a de alertar a categorização analítica do mesmo, a partir de uma província ou de um campo do saber.

A noção de totalidade é um dos grandes legados da filosofia, constituindo um grande elemento para análise da realidade, principalmente para explicar a reconstrução da realidade, das relações sociais e, por fim, as técnicas.

Segundo essa idéia, todas as coisas presentes no Universo formam uma unidade, do todo, mas a totalidade não é uma simples soma das partes. As partes que formam a Totalidade não bastam para explicá-la. Ao contrário, é a Totalidade que explica as partes. A Totalidade de B, ou seja, o resultado do movimento de transformação da Totalidade de A, divide-se novamente em partes. As partes correspondentes à Totalidade B já não são as mesmas correspondentes a Totalidade A. São diferentes. (Santos, 2008, p.115)

Tal reflexão exemplifica as mudanças sociais de forma quantitativa e qualitativa. Toma-se como exemplo uma dada sociedade, e o que a caracteriza no tempo 1 não é aquilo que a define no tempo 2. Se ela possui uma população global em crescimento, constituída por população urbana e industrial, ambas em crescimento, no tempo 2 encontramos uma situação diferente em relação ao tempo 1 e a população rural e urbana não são mais as mesmas. O todo após o primeiro momento é diferente. A mudança deve-se a um movimento não só regional, mas, sobretudo, global, decorrente de forças diversas responsáveis pela distribuição geográfica das muitas variáveis sobre o conjunto (Santos, 2008).

A totalidade é um movimento constante e ordenado, que modifica a realidade, com suas relações sociais e técnicas, além de outros elementos que a constituem. Tal fato explica a proposição feita por Pinto (2005), ao explicar que toda técnica é conservadora e revolucionária ao mesmo tempo. A técnica é conservadora, pois aconselha a repetição de atos para alcançar os mesmos objetivos e ainda conduz a proferir estes, uma vez que para eles já se conhece o tipo de operação, gerando, conseqüentemente, caráter estacionário, se não fosse o oposto. Há dualidade na técnica, pois a mesma é revolucionária na medida em que não estaciona e evolui apoiada na acumulação de conhecimento e mudança do processo histórico social, explicado pela totalidade, proporcionando a substituição das técnicas por outras mais avançadas, porém apoiadas nas antigas, em um processo dialético, explicado no tempo e condições das relações sociais.

A totalidade é um movimento não percebido rotineiramente e que continua sua dança, apesar do não ser observada. A reflexão de Zé Rodrix, na letra de sua canção “É impossível parar de dançar”, em que diz ... e danço quase sem querer dançar; não adianta promessa firme, ninguém consegue controlar; o tempo passa; e todo mundo continua dançando; é impossível parar de dançar ..., retrata esse fenômeno da vida. Assim, a totalidade evolui a todo tempo, para tornar-se outra e reformular todas as coisas que interagem com o homem e a produção geral.

A “UNICIDADE DA TÉCNICA”

A “unicidade da técnica” pode ser vista como qualidade ou estado de ela ser única ou singular. Entretanto, a unicidade que se busca convergir se aproxima do conceito de totalidade. Trata-se da percepção de que as técnicas constituem um todo, em um único, mas formada por diversas técnicas, que não se excluem e se apoiam. A unicidade é inclusiva, pois não restringe ou categoriza nenhuma técnica como boa ou má, melhor ou pior, enfim, coloca-a como parte de algo maior, um conceito único, de uma totalidade, válida para cada sociedade que dispõe de respectivas técnicas. Isso revela que a técnica nunca aparece só e jamais funciona independentemente; depende primordialmente das relações sociais.

Uma das faces marcantes da disseminação das técnicas na atualidade, em comparação com tempos passados, é a rapidez da sua difusão. Segundo Debray (1991, *apud* Santos, 2008, p.175), *há uma solidariedade de fato entre o telégrafo elétrico e a ferrovia, o*

telefone e o automóvel, o rádio e o avião, a televisão e o foguete espacial, uma relação cronológica e cultural. É uma inclinação à periodização, com a mudança dos tempos, para explicar o avanço das técnicas. Ainda, segundo Milton Santos:

o capitalismo vai contribuir para a aceleração do processo que leva à internacionalização das técnicas, antes mesmo de desembocar, neste fim de século, em sua globalização: a universalidade das técnicas, não mais como uma tendência, mas como um fato. (idem, p.35)

Vive-se uma fase de inovações galopantes. A rapidez geográfica com que as técnicas avançam depende da divisão e racionalização do trabalho, o que foi vislumbrado por Karl Marx, e a especialização é característica das sociedades globais e capitalistas. Nesses lugares, onde predominam a divisão e racionalização do trabalho, são mais eficazes os motores da economia mundial e globalizada, dentre elas, a “unicidade da técnica”. Contudo, a divisão e a racionalização do trabalho são o limitador do avanço das técnicas. Isso fica claro nas sociedades rotuladas como “primitivas”, pois nessas a manutenção e a institucionalização técnica são arraigadas e de difícil substituição. Já nas sociedades “contemporâneas”, a institucionalização da técnica é volátil, e a substituição da mesma é constante e acelerada.

Na verdade, cada sociedade é caracterizada pela convivência de diversos modos de existência das técnicas, que coexistem e se afrontam, cada qual com suas próprias armas: para um deles, o confisco institucional, para outro a curiosidade e a necessidade. (idem, p.180)

Álvaro Vieira Pinto também vai ao encontro de Milton Santos, no que diz respeito à “unicidade da técnica”, afirmando que uma técnica não pode ser executada, senão com o auxílio das demais. Ainda, ressalta que a noção de “unicidade da técnica” é permitida preponderantemente pela capacidade e desenvolvimento humano da razão técnica, razão essa justificada com alta capacidade projetiva e inventiva nas sociedades, sob o avanço qualitativo das demandas das relações sociais.

Enfim, o debate em torno da “unicidade da técnica”, bem como do movimento incessante da mesma, apoia-se nas relações do homem com o seu meio, na vida humana, na luta do homem para sua subsistência, sob influências dialéticas de um convívio mútuo do homem e da técnica, numa lógica irrecusável movimentando o curso do processo histórico,

possibilitando ao homem a oportunidade de trabalhar a favor desse processo, em busca de melhores formas de convivência com a natureza, da qual é parte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação específica do artigo pairou sobre a abordagem da “unicidade da técnica”. Contudo, esse conceito sucedeu outros pontos importantes, como definição de técnica, ideologia que a acompanha e explicação da substituição da técnica por outras mais avançadas.

A definição de técnica centrou-se na utilidade da mesma na vida social do homem, constituindo-se como um elemento mediador das contradições do homem com a natureza, da qual necessita extrair os meios para sua sobrevivência nas relações sociais e de produção. Contudo, a natureza é que dispõe ao homem não só os corpos físicos para resultado de sua autoprodução, mas também as condições factíveis e realizáveis do ato técnico, fazendo do homem o filho subordinado à mãe.

A ideologia que acompanha a técnica tem por finalidade distanciar o homem do ato técnico, o que é contraditório, pois todo hominídeo possui a capacidade técnica, oriunda da essência de todos os

seres vivos, capazes de pensar o mundo, pois, ao fazê-lo, constitui-se a técnica primeira.

Uma minoria, de forma impositiva, se dispõe a planejar e executar o ato técnico, mas à custa de valores exorbitantes que culminam no enfraquecimento econômico e inventivo dos explorados.

A frequente mudança no ambiente tecnológico suscitou a indagação do corrente avanço da técnica. Tal movimento foi esclarecido pelo conceito de “totalidade”, que demonstrou que o todo, constituído de realidade como elemento, transforma-se incessantemente, alterando as relações sociais e providenciando novas técnicas. Essa compreensão abriu caminho para a crítica às relações sociais, que também podem ser modificadas para melhor, pelo único agente responsável pelo seu curso histórico: o homem.

Enfim, o conceito de unicidade da técnica repousou sobre o argumento de que todas as técnicas possuem seu lugar na composição de um todo: uma técnica. Contudo, cada sociedade possui a técnica de que dispõe, ou seja, todas têm as técnicas que lhes convêm em determinado contexto social. E o discurso total do artigo, também ideológico, ressaltou a estruturação de novas e melhores formas de convivência dos homens.

Referências bibliográficas

ALVES, M. B. ARRUDA, S. M. *Modelo de Artigo Periódico Baseado na NBR 6022/2003*. Disponível em: < <http://www.bu.ufsc.br/design/ArtigoCientifico.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2009.

PINTO, Álvaro Vieira. *O conceito de Tecnologia*. Vol.1. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 2005.

SANTOS, Milton. *A natureza do Espaço*. 4. ed. São Paulo: Editora Edusp, 2008.

_____. *Metamorfoses do Espaço Habitado: fundamento teórico e metodológico da geografia*. São Paulo: Hucitec, 1988.

Dados do autor

Luciano de Paula Moraes (lpmoraes01@gmail.com) é mestrando em Tecnologia no CEFET/RJ.

Tecnologias da Linguagem: Dialética e Catarse em *Os Sertões*

Célio Diniz Ribeiro

Tão logo a gente se define, se atrapalha.
Amós Oz

... eu permanecia ali, paralisado pelo horror...
Conrad

RESUMO: O presente ensaio constrói uma reflexão sobre a dialética existente em *Os Sertões*, de Euclides da Cunha, entre a linguagem científica (a serviço das tecnologias), objetiva, descritiva, e a literária, que se presentifica como linguagem conotativa, e que, no texto euclidiano, expressa forte subjetividade e dramaticidade. Neste sentido, a escritura da obra, que, a princípio, buscava uma interpretação racional, científica e organizadora do contexto de Canudos, transforma-se em literária, na medida em que o autor metaforiza sua interpretação, subjetivando a própria linguagem.
Palavras-chave: Tecnologia; Literatura; Linguagem; Euclides da Cunha.

ABSTRACT: The present essay constructs a reflection about the dialectic in *Os Sertões*, by Euclides da Cunha, between scientific, objective and descriptive language (basing the technologies), and literary language, showed on the way of connotation that, in the Euclidian text, expresses a hard subjectivity and dramaticity. In this meaning, the writing of the text that intended formerly a rational interpretation, a scientific and organizing of Canudo's context, changes in literature, when the author metaphorizes his interpretation, making subjective his own language.
Keywords: Tecnology; Literature; Language; Euclides da Cunha.

Alguns autores, com o passar do tempo, acabam entrando num ocaso e chegando, muitas vezes, a ser, praticamente, esquecidos pela sociedade. Há, inclusive, os que, após passarem por esse período de ostracismo, voltam à tona, resgatados por outros escritores que descobrem neles qualquer detalhe original. Euclides da Cunha, todavia, é um daqueles que permanece, desde a publicação de *Os Sertões* (1902), como alguém que instiga o interesse dos intelectuais e estudiosos da literatura brasileira e, quiçá, de diferentes áreas do conhecimento. De certo, o tema tratado por ele não era algo novo para a época; no entanto, o que o torna excepcional no panorama cultural brasileiro? O que o faz ser constantemente revisitado e estudado como referência fundamental na construção de nossa *intelligentsia*?

Aliás, já se tornou lugar comum reconhecer o fato de ser a obra *Os Sertões* um texto que não se

define, que ultrapassa as margens do que seja um texto científico e literário dentro deste ou daquele *modus*. Todorov, neste sentido, bem afirmou que a *obra-prima habitual não entra em nenhum gênero senão o seu próprio* (1970, p.95). Segundo Luiz Costa Lima, ademais:

O que diferencia os discursos da história e da literatura são suas metas. A literatura não é reconhecida como discurso autônomo senão quando estiver orientada pelo princípio da ficcionalidade ou de algo, como nos tempos pré-modernos, que dele se aproximar. (Lima, 2003, p.80)

Ora, é justamente nesta interseção, entre o discurso científico – racional, positivista e que se exprime como algo que pretende dar conta da realidade, explicando seus meandros, causalidades e controlar seus efeitos – e aquele outro, de bases metafóricas, portanto conotativas, que se engendra

Os Sertões. E o que faz transbordar, em meio a uma visão determinista com que Euclides da Cunha vai até Canudos, aquela outra margem da linguagem, a literatura?

De fato, o *logos*, que se constitui como racionalidade discursiva, não contém a força do *pathos* que subjetiva a linguagem da obra. Mas não sabemos até que ponto a linguagem científica é racionalidade pura, tampouco até onde o escritor domina a força da criação literária. *A combinação instável de pathos com logos que sustenta a ficção impede que haja uma unanimidade interpretativa.* (*idem, ibidem*, p.198)

A linguagem científica, diga-se de passagem, é aquela que abre os dois primeiros capítulos de *Os Sertões* (*A Terra e O Homem*), mas que perde seu pretensioso distanciamento objetivista para um transbordamento de um vigor que dramatiza a própria linguagem na terceira parte da obra (*A Luta*). Não há, portanto, como falar em *Os Sertões* sem falar em drama. É justamente aí que se percebe um narrador que se vê frente a frente com o *pathos* que cria uma realidade para que a linguagem dela se aproprie. Em Euclides da Cunha, a literatura é mais do que *um corpo que se agrega à pretensão científica...* (*idem, ibidem*, p.344). É, antes de tudo, a sua destruição, que, por fim, a humaniza.

Tal apropriar-se, ademais, se dá como uma forma de horror. E não é isto o que se verifica também em Joseph Conrad (*Coração das Trevas*)? Contudo, não se trata de tentar igualar ambos os autores. Não há, certamente, como pensar de forma equânime um escritor europeu, que experimentou uma visão britânica colonialista, *pari passu* a alguém, como Euclides, vivendo nos trópicos e que mergulhou fenomenologicamente em universos caóticos e pluralistas como a Amazônia e os sertões. Não é menos verdade que *... o horror tem por vizinhos o mal-estar, o desalento, a frustração, a angústia, a ansiedade indiscriminada, o desespero...* (*idem*, p.356).

De fato, malgrado os preconceitos e, segundo José Veríssimo, o excesso de termos técnicos que a obra euclidiana apresenta, ela continua sendo um livro que desperta uma espécie de interesse e arrepio, um *horror*.

É interessante pensar que este *horror* é um sentimento que brota como a angústia diante de algo que não se pode definir racionalmente. Amazônia e sertão – metáforas de um mesmo sentido de indefinição – transformam-se numa linguagem literária que também não se define. De certo, parafraseando

Sigmund Freud, inconscientemente o horror nos atrai para que, numa forma de catarse, possamos liberar energias inconscientes reprimidas. A força da obra atravessa o autor.

O pensar a obra desloca-se, então, para essa mediação, i.e., o reconhecimento da *mimesis* não como imitação (Platão, Aristóteles), representação (Anatol Rosenfeld) ou criação (Luiz Costa Lima), mas sim como *atravessamento*.

No texto *Morte em Veneza*, de Thomas Mann, encontramos a fala de Aschenbach que aqui caberia muito bem ao que gostaria de dizer da obra de Euclides da Cunha:

quase tudo que existe de grandioso existe como um “apesar de”, ou seja, algo que se realizou apesar de preocupações e tormentos, apesar da pobreza, do abandono, da fragilidade física, do vício, da paixão e de mil outros obstáculos. (Mann, 2003, p.14)

Euclides, como já se disse, não abordou um tema novo. Tratar dos embates entre a civilização e a barbárie era algo que provinha de autores como o escritor e presidente argentino Domingo Sarmiento (1811-1888). Seu livro, *Facundo – Civilización y Barbarie*, de 1845, causou bastante interesse entre os intelectuais brasileiros por tratar da questão do caudilhismo. E de onde vem, por conseguinte, o vigor da obra euclidiana? Este algo indefinível, pelo fato de não limitar-se a um estilo de época, tampouco ao que seja puramente literatura ou discurso científico: esse deslimite é, sem dúvida, fruto de um redimensionamento do olhar que dramatiza a história. *A escritura já é, portanto, encenação.* (Derrida, 1997, p.12)

Euclides tenta explicar, ademais, o efeito (*A Luta*) pela relação dialética entre o ambiente (*A Terra*) e o sertanejo (*O Homem*). Nessa dialética, contudo, Habermas, tal qual o pensamento de Sérgio Rouanet, veria uma “dialética negativa”, i.e., em que não há síntese possível. O antagonismo não os funde, são perenamente opostos e conflituosos. *...o discurso jamais é linear... e ...o sentido só se forma por um processo de retroação no curso do que é dito ou escrito* (David-Ménard, 1996, p.14).

Mas o autor de *Os Sertões* deixa estar que há uma dialética entre o homem e o ambiente natural, mas também entre a linguagem científica e a literária. Aí sim, deparamo-nos com um estado de dialética hegeliana. Falar em *Dialektische Widerstreit* (conflito dialético) é tratar do combate constante da razão

consgo mesma, em que o raciocínio é tomado como conhecimento sobre o mundo acima da própria racionalidade. A visão euclidiana é a de que o homem é fruto do meio, crença fundada em Friedrich Ratzel, que, por volta de 1880, cunhara o termo *antropogeografia*, justamente para caracterizar um estudo das influências do meio sobre o homem. Por outro lado, este geógrafo alemão vai além, uma vez que *A seleção dos seres vivos pelo meio que Darwin postulava é substituída por Ratzel pela seleção das sociedades pelo espaço: a política impõe-se, assim, ao cultural* (Claval, 2001, p.23).

Hume já denunciava no século XVII a causalidade como uma ilusão da racionalidade. Para ele, o fundamento da moral é o sentimento e não a razão. E se tomarmos aqui o sentido de moral como um modo de situar-se no meio, de lidar com o outro, verificaríamos que o grande interesse de Euclides era, sem dúvida, explicar as atitudes dos conselheiros – *mores* – como doentias e caóticas. Mas, aí, dá-se o logro, pois *O espírito nunca pode encontrar pela investigação e pelo mais minucioso exame o efeito na suposta causa* (Hume, 2004, p.51). O próprio Nietzsche, um século depois de Hume, poria em xeque a existência de um *eu* assim como a possibilidade de se conhecer o ser em si, inalcançável pelo raciocínio e pela lógica (Cf. Nietzsche, 2006, p.33). E *Os Sertões* nasce desse logro? Em que labirinto de Teseu perde-se Euclides para que um vigor artístico transbordasse ante a história que sua narrativa dramatiza? *No irraciocinado está o divino*. (Picchia, s.d, p.49)

De fato, a natureza era vista pela concepção racionalista da época como o caótico, o inapropriado para o pensamento positivista e cartesiano. Em uma obra como *O Coronel Sangrado*, de Inglês de Souza, à guisa de se acrescentarem mais exemplos, isto é patente:

As margens do Amazonas são de uma opulência, de um luxo de vegetação verdadeiramente espantosos; porém, de uma monotonia tal que entristece e acabrunha. Os estragos que o rio vai fazendo nas suas margens, as raras e misérrimas habitações de tapuios que se avistam aqui e ali, aquelas colossais árvores de folhas brancas quase a se precipitarem no rio, estão muito longe de despertar sentimentos agradáveis; por toda parte ribanceiras negras e canas selvagens, e água, muita água. (Souza, 1968, p.25)

Amazônia e sertão são vistos como pluralidade, ou seja, algo que vai de encontro àqueles estigmas como “vazio demográfico”, “pulmão do

mundo”, “natureza intocada”, o que, na verdade, sempre mascarou outros interesses capitalistas ou que, pelo menos, tentavam despistar outras sérias questões sociais. Daí a razão de um autor como Carlos Valter Porto Gonçalves afirmar que *Há várias amazônias na Amazônia, muitas delas contraditórias entre si* (2001, p.10).

De certo, geograficamente, a Amazônia apresenta mais ou menos 7,5 milhões de quilômetros quadrados, localizados na porção centro-oriental da América do Sul. Com uma natureza privilegiada, que engloba estruturas geológicas, florestas com a maior diversidade de fauna e de flora do planeta, recantos ecoturísticos, a maior bacia hidrográfica da Terra e inúmeras jazidas minerais, a região ainda apresenta – o que é, em geral, esquecido – uma rica diversidade cultural, reflexo dos povos que por lá existem. Somente por estes aspectos já se poderia compreender o porquê de tanto interesse (internacional) por ela.

A Amazônia, longe de ser homogênea, é uma região extremamente complexa e diversificada. Contrasta com uma visão externa à região, homogeneizadora, que a vê como Natureza, como Floresta, como Atrasada, como Reserva de Recursos, como Futuro do Brasil... (idem, ibidem, p.9)

O fato é que o pensamento racionalista cartesiano sempre negou a pluralidade, uma vez que a razão acaba uniformizando o que em si é plural e, não raro, contraditório. No entanto, voltando-se para a obra *Os Sertões*, há de se observar que o próprio título traz em si essa marca de pluralidade presente na desinência de plural. Ora, Euclides via-se diante de algo que não se deixava homogeneizar pela linguagem, algo que se apresenta diferente de si mesmo, no momento seguinte. Ora, e não seria característica fundamental da linguagem artística essa possibilidade de se reconstruir constantemente, a cada leitura, tal qual fosse uma “obra aberta”, utilizando-se aqui um conceito de Umberto Eco? Parece que, em Euclides, a pluralidade – aquilo que escapa à possibilidade de definição e controle – também produz uma espécie de horror, tanto ao referir-se à Amazônia quanto a Canudos.

Euclides da Cunha, destarte, foi um racionalista que viu o logro da razão narrativa bem como do sonho positivista e republicano que construiria uma pátria ideal. A razão uniformiza, apoia-se na funcionalidade. A pluralidade apresenta-se, assim, como o caótico, já que não se define. Definir *Os Sertões* é tão complexo quanto definir o sertão ou a Amazônia.

A revolução na linguagem também acontece, por conseguinte, no momento em que a razão científica mescla-se com a dramaticidade de uma linguagem marcada por figuras de estilo e adjetivos tão fortes. Vale, aqui, destacar algumas expressões que o narrador de *Os Sertões* utiliza e que demonstram essa já afirmada visão de *horror* diante da natureza e da realidade de Canudos: ... *quadro tristonho de um horizonte monótono em que se esbate (idem, ibidem, p.18), o traço melancólico das paisagens (idem, ibidem, p.19), é uma paragem impressionadora (idem, ibidem, p.19), impressão dolorosa que nos domina (idem, ibidem, p.22), promiscuidade lúgubre de um fosso repugnante (idem, ibidem, p.28).*

De fato, o narrador tenta esconder-se num descritivismo científico, mas reconhecemos, aqui e ali, o transbordar de expressões que são fruto de um sensibilizar-se com o que vê, i.e., de uma catarse.

A linguagem descritiva e científica que predomina no primeiro capítulo, intitulado *A Terra*, mostra-se também eivada de adjetivos que compõem uma linguagem expressiva, demonstrando que a emoção e o sentimento transbordam daquela outra linguagem comedida, lógica, de cunho marcadamente positivista que impregnou os homens de ciência do final do século XIX e início do XX.

Ora, o mundo, sem dúvida, assistia a revoluções tecnológicas no final do século XIX e início do XX (inclusive no campo bélico surgiram os canhões Trupp e metralhadoras apelidadas pelos conselheiristas de *a matadeira*) que, de certa forma, estavam imbuídas de um pensamento positivista que proclamava a organização e higienização da sociedade. Todavia, Euclides depara-se, em *Canudos*, com uma situação social grave, um contexto de abandono pelas elites que buscavam uma europeização de seus costumes, como se via na reconstrução arquitetônica e urbanística da metrópole de então.

É interessante lembrar, neste ponto, a personagem Verger, um arquiteto francês, no romance *Salomé*, de Menotti Del Picchia, que disse:

Há um conceito radicalmente novo na concepção de toda a arquitetura, o qual obedece à revolução econômica e espiritual que se opera no mundo. O século da velocidade, tudo deve ser racional e útil: o espaço, a forma, e o que ontem considerávamos como ornamental, hoje deve exprimir eficiência... (Picchia, s.d., p.31)

O problema, para o pensamento positivista, era como identificar aquilo que se mostrava como plural e caótico. Tentar aplicar um modelo racionalista francês para se “entender” a realidade brasileira foi, sem embargo, um logro do qual nasceria um novo Euclides da Cunha, a saber: o poético. Ora, e não caberiam muito bem, neste ponto, as três distinções que Manuel Castells apresenta sobre a *identidade* – a **legitimadora**, ou das instituições dominantes; a **de resistência**, que se refere aos atores sociais que estão em posições desvalorizadas; e, por fim, a **de projeto**, cujos atores partem de materiais culturais a que têm acesso para definirem sua posição na sociedade?

A linguagem científica, a terminologia técnica e os princípios positivistas direcionados à tentativa de se caracterizar o fenômeno “Canudos” agora eram suplantados pela linguagem literária, mas a procura por um entendimento dos motivos da guerra entre republicanos e conselheiristas não desapareceu. *Ad exempli gratia*, destaque-se a tentativa de se entender as causas da formação da loucura de Antônio Conselheiro. Como pensava Euclides, (Picchia, s.d, p.31)

... erramos se o considerarmos resumido numa aldeia perdida nos sertões. Antônio Conselheiro, espécie bizarra de grande homem pelo avesso, tem o grande valor de sintetizar admiravelmente todos os elementos negativos, todos os agentes de redução do nosso povo. (Cunha, 2006, p.43)

Tal procedimento era, do mesmo modo, comum a *Coração das Trevas: Seria interessante para a ciência observar as transformações mentais dos indivíduos in loco* (Conrad, 2001, p.38). Mas a causa dessa “loucura”, como uma outra visão do mundo, mística, irracional e ilógica, na visão dos positivistas republicanos, o que a originava? Ora, o

mundo externo hostil, desagregação da família, falta de amor na infância, condições miseráveis de vida, frustrações repetidas, humilhações, opressão da vida instintiva, de aspirações culturais e espirituais, apertando o indivíduo num anel de ferro, provocam intensas emoções e tentativas malogradas de defesa. A psique não consegue fazer face a todos esses ataques, juntos ou separados, e acaba incapaz de preservar sua integridade. Racha-se. Cinde-se. (Silveira, 1982, p.109)

A razão científica é um produto discursivo que se fundamenta em um método específico. E nesse percurso em que se depara com aquilo que procura entender, na verdade recria-o pela linguagem. Lembrando Pascal, *Pode-se ter três objetos principais*

no estudo da verdade: um, descobri-la ao procurá-la; outro, demonstrá-la ao possuí-la; o último, discerni-la do falso ao examiná-la (2006, p.15).

Mas não há, nem pode haver racionalidade pura, pois *A natureza manterá eternamente seus direitos e prevalecerá sobre todos os raciocínios abstratos* (idem, *ibidem*, p.60).

A natureza é vista como um $\kappa\alpha\omicron$ (chaos) e não como $\tau\acute{\alpha}\chi\iota\varsigma$ (taxis).

Desembarca num pantanal, marcha através da floresta e, em algum lugar no interior, sente que a selvageria, a mais extrema selvageria, o cercou – toda aquela vida misteriosa que se agita no ermo das florestas, nas matas, no coração dos selvagens. Não há iniciação em tais mistérios, também. Ele tem de viver em meio ao incompreensível, que é igualmente detestável. E há, ainda, um fascínio que opera sobre ele. O fascínio do abominável – os senhores sabem –, imaginem os crescentes arrependimentos, o anseio de fugir, o desgosto impotente, a capitulação, o ódio. (Conrad, 2001, p.11)

Decompor, dividir – a terra, o homem, a luta – caracteriza-se não apenas como uma visão cartesiana que pretendia resolver as questões partindo-se do mais simples ao mais complexo – o que, de certo modo, fundamenta a atitude científico-positivista de que se imbuía Euclides da Cunha e, como afirmou Niels Bhor, *A própria essência da explicação científica consiste na decomposição de fenômenos complexos em fenômenos mais simples* (1995, p.5). No entanto,

O desenvolvimento das chamadas ciências exatas, que se caracterizaram pelo estabelecimento de relações numéricas entre medidas, foi decisivamente fomentado, com efeito, por métodos matemáticos abstratos, originários da busca imparcial de construções lógicas generalizantes. (idem, p.86)

A questão é que o material com que lidava Euclides – o contexto de Canudos e a batalha que ali se operava – não permitia generalizar sem que isto fomentasse uma visão deturpada do que havia realmente ali.

Em 8 de março de 1897, o Jornal **O Paiz** noticiava:

Agora e só agora o governo federal soube qual a força do inimigo que tem no sertão da Bahia, agora e só agora elle pode calentar com precisão quaes os elementos de guerra que precisa oppor a esse miserável instrumento de conspiração monarchista.

Ora, e foi justamente em nome de uma política autoritária e que não levava em consideração as reais necessidades sociais da população de Canudos que o conflito se orquestrou e efetivou-se. O autor de *Os Sertões* espanta-se, por conseguinte, diante do horror daquela empreitada militar, embora, de início, para lá se dirigisse com a consciência de estar cumprindo um dever para com aquela doutrina que pretendia “sanar” os vícios e erros da sociedade de então (o Positivismo) do mesmo modo que servia à República. *A vitória, porém, é infalível e próxima. Viva a República.* – escreveria Euclides em seu diário de expedição (Cunha, 2006, p.30). Aliás, antes de conhecer *in loco* a real situação do povoado de Canudos, a crença era a de se tratar de uma “povoação maldita” (idem, *ibidem*, p.39) e que precisava ser extirpada do solo brasileiro, pois era o ... *inimigo da República não porque lhe explorem a imaginação mórbida e extravagante de grande transviado, mas porque o encaçam o fanatismo e o erro* (idem, *ibidem*, p.44).

Mas o sentimento de horror diante da insanidade de uma guerra também pode ser verificado nas palavras de Marlow, em *Coração das Trevas*, de Conrad:

Na imensidão vazia de terra, céu e mar, lá estava ele, incompreensível, bombardeando o continente. Bum!, soava uma das armas de seis polegadas... havia uma toque de insanidade no procedimento, uma sensação de comicidade lúgubre no que se estava passando. (Conrad, 2001, p.25)

Destaque-se que o Positivismo condenava a monarquia em nome do progresso, discussão que, aliás, inflamava os partidários da República desde o final do governo de D. Pedro II. O fato é que se mudava a forma de governo, mas permaneciam as bases oligárquicas no campo econômico, e o quadro de injustiça social no cotidiano. De qualquer forma, a transformação política que implantou a República, de acordo com Sílvio Romero e Alberto Sales, em certo sentido, fundava-se na percepção política da ... *ausência entre os brasileiros do espírito de iniciativa, da consciência coletiva, a excessiva dependência do Estado...* (Carvalho, 2004, p.30).

É importante acrescentar, por fim, justamente a questão da concomitância entre linguagem científica, tecnológica e a literária, não como antitéticas ou complementares, mas sim como um encontro que traduz um conflito diante do plural, do “inconcebível” e do horror. A ciência e o discurso positivista, como metanarrativas, transformam-se no encontro com o discurso literário que abre espaço para o subjetivo inaugural.

De qualquer modo, o discurso positivista, com suas propostas “higienizadoras” não deixava espaço para o diálogo nem contemplava as questões sociais, na medida em que, a exemplo de Canudos, preferiu

“combater” a população composta, em sua maioria, por analfabetos e carentes de toda espécie, em vez de procurar sanar as causas daquela miséria a que Euclides assistiu e que sua obra, *Os Sertões*, dramatiza.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, José Américo de. *A Bagaceira*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1974.
- BACHELARD, Gaston. *La Formation de l'Esprit Scientifique*. Paris, 1938.
- _____. *A Poética do Devaneio*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- _____. *O Direito de Sonhar*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- BECKER, Bertha K. *Amazônia: geopolítica na virada do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.
- CARVALHO, José Murilo de. *A Formação das Almas: o imaginário da República no Brasil*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- CASTRO, Therezinha de. *Rumo à Amazônia: problemática geopolítica*. Rio de Janeiro: Unigraf, 1998.
- CLAVAL, Paul. *A Geografia Cultural*. Florianópolis: UFSC, 2001.
- CONRAD, Joseph. *O Coração das Trevas*. Porto Alegre: L&PM, 2001.
- CUNHA, Euclides da. *Os Sertões*. São Paulo: Ed. Nova Cultural, 2002.
- _____. *Canudos: diário de uma expedição*. São Paulo: Martin Claret, 2006.
- DAVID-MÉNARD, Monique. *A Loucura na Razão Pura: Kant, leitor de Swedenborg*. São Paulo: Editora 34, 1996.
- DERRIDA, Jacques. *A Farmácia de Platão*. São Paulo: Iluminuras, 1997.
- _____. *Gramatologia*. São Paulo: Perspectiva, 1999.
- FAORO, Raimundo. *Os Donos do Poder: formação do patronato político brasileiro*. (2 vls) São Paulo: Globo, 2004.
- FOUCAULT, Michel. *A História da Loucura*. São Paulo: Perspectiva, 2007.
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. *Amazônia, Amazônias*. São Paulo: Contexto, 2001.
- HEGEL, G.W.F. *Fenomenologia do Espírito*. (2 vls). Petrópolis: Vozes, 2000.
- HUME, David. *Investigação acerca do Entendimento Humano*. São Paulo: Ed. Nova Abril Cultural, 2001.
- JUNG, Carl Gustav. *O Eu e o Inconsciente*. Petrópolis: Vozes, s.d.
- _____. *O Homem e seus Símbolos*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1977.
- LIMA, Luiz Costa. *O Redemunho do Horror: as margens do Ocidente*. São Paulo: Ed. Planeta, 2003.
- _____. *Vida e Mimesis*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1995.
- _____. *Estruturalismo e Teoria da Literatura*. Petrópolis: Vozes, 1973.
- MANN, Thomas. *Morte em Veneza*. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 2003.
- MONTAIGNE, Michel de. *Ensaaios*. (2 vls). São Paulo: Abril Cultural, 2004.
- NIETZSCHE, Friedrich. *Além do Bem e do Mal*. São Paulo: Ed. Escala, 2006.
- _____. *O Livro do Filósofo*. São Paulo: Ed. Escala, 2006.
- _____. *O Crepúsculo dos Ídolos*. São Paulo: Ed. Escala, 2006.
- _____. *Aurora*. São Paulo: Ed. Escala, 2006.
- _____. *A Gaia Ciência*. São Paulo: Ed. Escala, 2006.
- _____. *Assim Falou Zaratustra*. São Paulo: Martin Claret, 2002.
- PAIM, Isaías. *Curso de Psicopatologia*. São Paulo: EPU, 1993.
- PASCAL, Blaise. *Do Espírito Geométrico/Pensamentos*. São Paulo: Ed. Escala, 2006.
- PICCHIA, Menotti Del. *Salomé*. Rio de Janeiro: A Noite, s.d.
- SACRISTÁN, Gimeno. *Educar e Conviver na Cultura Global: as exigências da cidadania*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- SILVEIRA, Nise. *Imagens do Inconsciente*. Rio de Janeiro: Alhambra, 1982.
- SOUZA, Inglês de. *O Coronel Sangrado*. Universidade Federal do Pará, 1968.
- STEIN, Murray. *Jung: o mapa da alma*. São Paulo: Cultrix, s.d.
- TODOROV, Tzvetan. *As Estruturas Narrativas*. São Paulo: Perspectiva, 1970.

Dados do autor

Célio Diniz Ribeiro, da Unidade de Nova Friburgo do CEFET/RJ, é formado em Letras (UERJ) e Pedagogia (UNIRIO), e mestre em Ciência da Literatura (UFRJ).

David Cronenberg e a Escola de Toronto

Rosângela Fachel de Medeiros

Resumo: Este artigo analisa a obra do cineasta canadense David Cronenberg como possibilidade de releitura das teorias referentes à tecnologia da comunicação propostas pela Escola de Toronto e, em especial, por Marshall McLuhan. Para tanto, abordam-se questões teóricas referentes à relação íntima que os canadenses estabelecem com a tecnologia, que advém da forma como se relacionam com a natureza. Assim foi possível mostrar como a obra do cineasta dialoga com esse imaginário nacional que contrapõe homem e natureza em um processo que resulta no amálgama de homem e tecnologia.

Palavras-chave: Meios de Comunicação; Cinema; Tecnologia; David Cronenberg; Escola de Toronto.

Abstract: This article analyzes the work of Canadian filmmaker David Cronenberg as a possible rereading of the theories related to communication technology proposed by the School of Toronto and in particular by Marshall McLuhan. For this approach to theoretical issues concerning the intimate relationship Canadians have with the technology, which comes from the way they relate to nature. Thereby it was possible to analyze how the work of filmmaker dialogues with the "national imaginary" that pits man and nature in a process that results in the amalgamation of man and technology.

Keywords: Media; Film; Technology; David Cronenberg; Toronto School.

A obra do cineasta canadense David Cronenberg (1943) é notória pela forma como ele aborda e apresenta em seus filmes as possibilidades de interação e de fusão de corpo e tecnologia. Mas, mesmo que esse interesse pelas relações entre corpo e tecnologia se enquadre em uma vertente recorrente nas artes contemporâneas, ele está também intimamente conectado ao imaginário canadense, uma vez que a relação existente entre homem e tecnologia, especialmente as tecnologias da comunicação, é uma questão recorrente nessa cultura. E se os canadenses possuem uma relação diferenciada com a tecnologia, tal é decorrente de uma relação igualmente diferenciada com a Natureza. A imensidão territorial do país e sua população esparsa parecem ter favorecido uma relação simbiótica dos canadenses com a tecnologia, de ferrovias a satélites, que funcionam como meios de transpor os intervalos, agindo como extensões das capacidades corporais. Esses avanços tecnológicos acabam por se refletir na configuração da subjetividade dos indivíduos, que, cada vez mais, têm sua vida intermediada pelos adventos tecnológicos.

O reconhecimento da existência na condição canadense de uma relação dialética entre Natureza e Cultura é recorrente na tradição teórico-

crítica do país. Frequentemente, a vastidão desolada da paisagem do Canadá e seu clima inóspito são citados como fatores importantes na configuração do pensamento e do imaginário da nação. As colocações do crítico literário canadense Northrop Frye são emblemáticas nesse aspecto, ao reconhecer na relação diferenciada dos seus habitantes com a paisagem do país a configuração de um imaginário nacional comum que repercute em suas manifestações artísticas. Segundo Frye, a vastidão do território canadense engendra uma visão de oposições: a vasta paisagem desolada contraposta à imaginação, a luta individual pela sobrevivência contraposta à concomitante necessidade de formação de uma comunidade, a fronteira contraposta à terra cultivada, a vastidão selvagem da paisagem contraposta à metrópole, e assim sucessivamente. (Frye, 1982)

Como resultado desse conflito, os canadenses desenvolveram uma cercadura tecnológica frente à Natureza indiferente, revelando uma percepção muito diferente do espaço habitável, na qual impera a extrema "consciência da margem" e a preocupação com as fronteiras, limiars, muros, casas, bem como com a interface do eu e do outro. Não por acaso a reflexão acerca da(s) fronteira(s) é recorrente no pensamento

canadense. Mas, diferentemente do mito estadunidense da fronteira como habitat selvagem à espera dos pioneiros para o transformarem em lugar produtivo, os canadenses só reconhecem as qualidades positivas da fronteira quando ela está colonizada e civilizada, ou seja, quando deixa de ter as qualidades de “fronteira”.

A fronteira representa para o canadense uma maneira de conviver com a constante tensão existente entre sua subjetividade e a geografia de seu país, significando, ao mesmo tempo, medo e proteção. Tal condição gerou o desejo de construir barreiras de produção contra a Natureza, no que Frye denominou um “pensamento de guarnição”:

Small and isolated communities surrounded with a physical or psychological ‘frontier’, separated from one another and from their American and British cultural sources: communities that provide all that their members have in the way of distinctively human values, and that are compelled to feel a great respect for the law and other that holds them together, yet confronted with a huge, unthinking, menacing, and formidable physical setting – such communities are bound to develop what we may provisionally call a garrison mentality. (Frye, 1995, p.227)

Conforme o autor, a mentalidade de guarnição permeia não apenas a literatura do Canadá, mas todo o imaginário social, estendendo-se a outros espaços (abstratos ou físicos) construídos pelos canadenses, como, por exemplo, a arquitetura, revelando assim uma inteligência que não ama a Natureza e que, pelo contrário, traça barreiras contra ela.

O primeiro nível de cercadura tecnológica instituído na conturbada relação entre os canadenses e a Natureza é o próprio corpo, uma vez que, conforme George Grant, ele teria sido remodelado para confrontar a indiferença da vasta paisagem canadense. Dessa forma, os canadenses vivenciam a fronteira existente entre corpo e tecnologia de forma diferenciada, como um espaço permeável e de imbricamento.

OS MEIOS DE COMUNICAÇÃO TRANSFORMAM A VIDA HUMANA

A forte relação dos canadenses com a tecnologia e, em especial, com as tecnologias da comunicação impulsionou uma marcante e respeitada tradição de teóricos da comunicação no país, que ficou conhecida como Escola de Toronto, na qual se

destacam Harold Innis (1864–1952), George Grant (1918–1988) e Marshall McLuhan (1911–1980). A diretriz comum que norteia os trabalhos desses teóricos é o forte determinismo tecnológico, ao qual subjaz uma preocupação com o “lugar” geográfico decorrente do problema das grandes distâncias que precisaram ser vencidas pelo homem.

O fato de esses teóricos serem canadenses parece ter sido decisivo no desenvolvimento de suas idéias. Da mesma forma, David Cronenberg considera decisivo em sua produção o fato de ser canadense: *in the same way that Marshall McLuhan felt that being Canadian allowed him to have a perspective on the United States, its society, media and culture, that he wouldn’t have had if he had been writing from the American backwaters.* (Mendik, 2000, p.182)

Marshall McLuhan deve ser o autor canadense mais conhecido e citado no mundo, pois nas décadas de 1960 e 1970 sua obra foi extremamente propagada e discutida. Ele foi um dos primeiros intelectuais midiáticos, tornando-se tão conhecido quanto os astros dos programas de televisão. McLuhan fez-se o mais notório entre os teóricos da comunicação canadense, mas é com certeza na intertextualidade existente entre a sua obra e a de seus conterrâneos que o pensamento canadense a respeito da comunicação se revela. Suas idéias inovadoras estavam em plena sintonia com as proposições de seus compatriotas, cujas várias preocupações temáticas ele desenvolveu e expandiu, de maneira muito própria.

Harold Adams Innis foi o precursor da análise crítica da comunicação em sua relação com a tecnologia. Em seu livro *The Bias of Communication*, de 1951, analisa as mudanças sociais decorrentes da introdução de uma nova tecnologia em uma cultura, referindo-se ao poder acumulado por aqueles que detêm o saber especializado para controlar seu funcionamento. Innis salienta o papel dos meios de comunicação no controle das dimensões espaciais e dos intervalos temporais. Assim, os meios de comunicação, como maneiras de difundir o raio de ação cognitiva do homem, influenciam diretamente as diversas etapas do desenvolvimento da civilização. *A medium of communication has an important influence on the dissemination of knowledge over space and over time and it becomes necessary to study its characteristics in order to appraise its influence in its cultural setting.* (Innis, 1999, p.33)

George Grant, assim como Innis, acredita que os artefatos humanos sejam os meios de moldar tanto a

comunicação quanto a organização social. Ele vê a tecnologia como um mediador capaz de afetar decisivamente as maneiras de interação humana. Innis e Grant apontam uma forte ligação entre as mudanças tecnológicas e a evolução social, mas ambos previnem quanto à exagerada fé na tecnologia, criticando os meios de comunicação de massa usados para propagar os modos de controle capitalista.

Ao analisar a relação entre as teorias de McLuhan e de Innis, Gaëtan Tremblay destaca o fato de ambos centrarem seus estudos nas tecnologias da comunicação:

No momento em que esses dois autores canadenses colocavam a técnica no centro de seus estudos de comunicação, a maior parte dos pesquisadores americanos seguia suas pesquisas empíricas sobre os efeitos das mensagens. (...) Adorno e Horkheimer criticavam a indústria cultural. (...) Os europeus do Oeste, particularmente os franceses, (...) trabalhavam sobre o sentido e faziam da semiologia ciência das comunicações. (Tremblay, 2003, p.20)

Ao situá-los em relação a outras vertentes que lhes eram contemporâneas, Tremblay salienta o olhar diferenciado e aguçado de ambos.

Assim como Innis e Grant, McLuhan considera as evoluções tecnológicas e, em especial, as dos meios de comunicação como determinantes na história humana, definindo o ambiente do homem e da sociedade e repercutindo em todos os aspectos da vida. Partindo disso, McLuhan sentenciou que as novas tecnologias da informação e da comunicação transformariam o mundo em uma Aldeia Global.

Apesar de as proposições de McLuhan tornarem-se bem mais famosas, elas derivam em grande parte das idéias de Innis, e o seu famoso axioma “o meio é a mensagem” rearticula as idéias de seu predecessor de que as tecnologias da comunicação estão no centro do desenvolvimento das civilizações e da evolução histórica. Além disso, ele transmuta a dialética de Innis, tempo-espaco, em olho-ouvido, centrando sua atenção nas formas sensoriais de percepção da mensagem em vez de nas bias inerentes aos diferentes modos de difusão da mensagem. Conforme James W. Carey:

Tanto McLuhan como Innis dan por supuesta la importancia de la tecnología de la comunicación; en lo que difieren es en las clases principales de efectos que ven derivar de esta tecnología. Mientras Innis considera que la tecnología de la comunicación afecta principalmente la

organización social y la cultura, McLuhan ve su efecto principal sobre la organización sensorial y el pensamiento. (Carey, 1969, p.311)

É justamente a partir dessa distinção de caminhos que se vislumbra a originalidade de McLuhan, pois além de considerar que as tecnologias da comunicação estão no cerne de uma revolução na cultura e na organização social, ele propaga a idéia de que elas são igualmente e, acima de tudo, responsáveis por uma revolução no *sensorium* e no sistema nervoso humano. Ao salientar a importância das técnicas de difusão e das redes de transmissão, seu trabalho foi visionário. Esta nova perspectiva de análise, que colocou os aparatos tecnológicos, em vez do conteúdo veiculado, no centro das investigações dos meios de comunicação, é a essência inovadora de suas teorias.

A tecnologia, e em especial a tecnologia dos meios de comunicação, é o ponto fulcral das colocações de McLuhan. Nos livros *Os meios de comunicação como extensões do homem* e *O meio são as massa-gens*, ele introduz a perspectiva inovadora nos estudos da comunicação ao propor uma experiência sensorial do mundo midiático. Seus axiomas “os meios de comunicação são extensões do homem” e “o meio é a mensagem” tornaram-se mundialmente conhecidos. Para ele, os meios de comunicação prolongam os sentidos e reconfiguram o ambiente: *Toda a compreensão das mudanças sociais e culturais é impossível sem o conhecimento do modo de atuar dos meios como meio ambiente* (McLuhan, 1969, p.54). Ao estabelecer um novo ambiente, cada novo meio e cada nova tecnologia conferem ao ambiente anterior uma nova propriedade de que antes não era dotado.

Outro fator importante na reflexão dos teóricos da Escola de Toronto é que a relação entre os canadenses e a tecnologia reflete igualmente outra questão, a da relação entre tecnologia e Império, e, por conseguinte, os impactos que os impérios britânico e estadunidense produziram e exercem na cultura e na economia do Canadá. Innis foi um dos primeiros a destacar a importância das tecnologias da comunicação na criação e sobrevivência dos impérios. Para ele, o domínio da tecnologia foi responsável pela expansão do império britânico na América do Norte, pois o engendramento dos meios de comunicação dominantes acarreta a criação de monopólios do saber.

Em *Technology and Empire*, Grant analisa o fato de o Canadá manter uma íntima ligação com os Estados Unidos, apesar do completo rechaço à sua atitude bélica e atroz. A explicação para tal contradição seria o fato de ambos os países compartilharem o

entusiasmo pelas técnicas e pelos progressos tecnológicos:

our involvement in the American Empire goes deeper than a simple economic and political basis; it depends on the very faith that gives meaning and purpose to the lives of the western men. To most Canadians, as public beings, the central cause of motion in their souls is the belief in progress through technique, and that faith is identified with the power and leadership of the English-speaking Empire in the world. (Grant, 1969, p.67)

Northrop Frye também se preocupou com a influência que os Estados Unidos exercem sobre a identidade canadense através dos meios de comunicação: *These three new media, film, radio and television, are mass media, and consequently follow the centrifugal and imperial rhythms of politics and economics more readily than the regionalizing rhythms of culture.* (Frye, 1980, p.13)

Apesar das divergências quanto aos custos e benefícios de tal condição, a importância da tecnologia como propagadora da influência dos impérios sobre o Canadá, na história do país, é inegável. Os canadenses sempre se preocuparam com a influência estadunidense que atravessa as fronteiras do país. O debate em torno das questões de radiodifusão e dos meios de comunicação de massa reforça a idéia da consciência diferenciada dos canadenses acerca da importância e das implicações das tecnologias na sociedade, sobre o indivíduo e principalmente em relação a uma identidade cultural.

A TECNO-IDENTIDADE DOS PROTAGONISTAS CRONENBERGUIANOS

A obra de David Cronenberg rearticula várias das preocupações teórico-críticas trabalhadas por Innis, Grant e McLuhan. Seus filmes são conhecidos pela forma como abordam, apresentam e reconfiguram questões referentes à relação entre os indivíduos e a tecnologia, dando especial atenção aos imbricamentos envolvendo esta última e o corpo humano. São obras emblemáticas do interesse do cineasta pela influência da tecnologia eletrônica na vida humana os filmes *Videodrome*, que, no início da década de 1980, colocou em evidência a influência da televisão sobre os indivíduos, e *eXistenZ*, que, no final da década de 1990, examinou as implicações das tecnologias de realidade virtual. Os dois filmes apresentam uma forte marca autoral, sendo roteiros originais do próprio cineasta.

Em ambos os filmes os personagens são confrontados pela transformação de sua percepção do mundo em decorrência das novas tecnologias: a televisão (sobretudo a vídeo-imagem) e o jogo virtual. As duas obras rearticulam a tradição do pensamento canadense acerca dos meios de comunicação e da tecnologia eletrônica e, de maneira especial, das teorias de McLuhan. Perguntado a respeito da influência das teorias do contêrrâneo em seus filmes, o cineasta respondeu:

Definitely. We come from the same town and the same university. Unfortunately, I didn't study with him. There he was, just around the corner, and I never even attended one of his classes. But I did read everything he wrote. Even though some of his stuff is dated and tinged with the Sixties, there's still so much truth there. The Gutenberg Galaxy is still an absolutely brilliant book. (Porton, 1999)

Cronenberg reconhece a forte influência do professor: *suddenly Marshall McLuhan was the guru of communication, and was on all the TV shows and in all magazines. And "the medium is the message" was his famous line. So all these things were in the air.* (Grünberg, 2006, p.66)

Em *Videodrome*, Cronenberg realiza a transcrição das teorias de McLuhan, centrando sua atenção nas tecnologias dos meios de comunicação e, em especial, na televisão. Se *Videodrome*, a princípio, parece um filme de horror de ficção-científica, no qual um misterioso programa de televisão, chamado *Videodrome*, causa alucinações que levam seus espectadores à morte, por trás desse terror visceral encontra-se uma densa discussão acerca da influência dos meios de comunicação, em especial da televisão. E, uma vez que a tecnologia dos meios de comunicação é o ambiente (no sentido mcLuhiano) original do filme, ele é também uma obra meta-reflexiva, que coloca em discussão questões referentes ao poder dos meios de comunicação sobre o indivíduo e sobre a sociedade, instaurando um diálogo com a tradição teórico-crítica canadense acerca da comunicação.

Conforme o cineasta, a idéia original de *Videodrome* surgiu da recordação infantil de sintonizar *strange stations that were probably American* tarde da noite, quando os canais regulares da televisão canadenses saíam do ar (Grünberg, 2006, p.65). Para o ainda garoto Cronenberg, esses canais de televisão, cuja origem ele desconhecia, eram misteriosos. Essa era uma experiência freqüente para os canadenses em consequência da proximidade em relação aos Estados Unidos, que permitia que seus sinais de radiodifusão

alcançassem os lares do país vizinho. Para o cineasta, essa memória infantil combinada com um pouco de McLuhan originaram as primeiras premissas do filme.

Dentre todos os meios que analisou, McLuhan teve uma clara predileção pela televisão, antevendo a forte relação que os canadenses instaurariam com ela. Como explica Cronenberg, *television was an influence especially in Canada, unlike the States, because we had the CBC, which was our version of the BBC, which was government, funded and therefore did not have the pressure of economics in the same way.* (Grünberg, 2006, p.19)

McLuhan se preocupa muito mais com a repercussão da nova tecnologia televisiva na vida humana do que com as mensagens que ela veicula: *The new medium of TV as an environment creates new occupations. As an environment, it is imperceptible in terms of its content. That is, all that is seen or noticed is the old environment, the movie.* (McLuhan, 1997, p.111)

Para McLuhan, *não há meio de recusarmos a ceder às novas relações sensoriais ou ao “fechamento” de sentidos provocado pela imagem da televisão* (McLuhan, 1969, p.63). A televisão introduziu um novo processo visual, e a crescente melhora na qualidade e definição da imagem televisiva em decorrência dos avanços tecnológicos corrobora as teorias de McLuhan, pois é justamente essa constante e infinita evolução tecnológica que deve ser observada e analisada em sua relação com a sociedade, com o ambiente e com os indivíduos.

Atualmente é inquestionável a importância e o poder que a televisão exerceu e exerce sobre nossas vidas. McLuhan a considerou o demiurgo da Aldeia Global. E a análise de sua repercussão e implicações na sociedade já passou por vários estágios; ela já foi acusada de realizar lavagem-cerebral em nações ou de ser o ópio do povo, mas, em contrapartida, também foi aclamada como um benefício para a sociedade – uma janela para o mundo (por informar, entreter, educar...). Contudo, um fator inegável é que o real produto da televisão é o público com o qual interage diretamente.

Em um influxo mcluhaniano, Cronenberg constrói em *Videodrome* um mundo diegético, no qual seus personagens são confrontados pela transformação de seus sentidos através do advento das tecnologias midiáticas. No filme, a imagem vídea é a forma dominante da comunicação e a tela da televisão é o principal meio de experiência, sendo responsável pela articulação entre realidade e ficção, e estando tão

arraigada à estrutura da consciência humana, que já se tornou parte de sua anatomia. A televisão representa, então, a dimensão dominante da experiência, sendo a principal extensão do homem em termos da tradução de informações em formas externas. A cultura e a tecnologia televisiva impregnam a sociedade e a imagem-vídeo está completamente imbricada na constituição da realidade social, deixando de ser vista como um espelho da sociedade para ser assumida como parte constituinte da nova realidade. Dessa forma, a representação da experiência em relação à televisão é autêntica, a imagem-vídeo é autônoma.

Talvez a maior apropriação que Cronenberg realiza da obra de McLuhan se configura em Brian O’Blivion, personagem de *Videodrome*, que tem clara inspiração no personagem que o teórico criou de si mesmo, com suas extravagantes aparições televisivas e seus axiomas emblemáticos, uma vez que buscava fazer de suas apresentações a materialização de suas teorias. As falas de O’Blivion bem como suas ações estão em sintonia com os axiomas mcluhanianos, levando ao extremo a idéia da tecnologia como extensão do corpo, em que os avanços tecnológicos representariam a evolução natural da raça humana, sendo capazes de expandir a vida, pelas imagens gravadas, para além do corpo e para além da morte. O’Blivion aparece apenas em imagens televisivas, fitas pré-gravadas antes de sua morte, através das quais ele alcança a imortalidade.

Em *Videodrome*, Cronenberg recria o mistério acerca da origem de sinal clandestino de televisão que invade o espaço de radiodifusão canadense, alusão à preocupação canadense em relação aos efeitos gerados pelo neocolonialismo midiático estadunidense. Para Kevin Brooks, *Cronenberg presents a vision of embracing technology and empires as inevitable, compelling, transformative* (Brooks, 2000). O que está em jogo é o poder dos meios de comunicação e o que se faz com ele; como diz O’Blivion, *a luta pela mente americana será uma vídeo-arena: Videodrome* (transcrito do filme).

No filme há o embate entre duas facções midiáticas de filosofias divergentes: a de O’Blivion – Missão dos Rádios Catódicos, cujo desejo é a evolução do homem tecnológico, através da pregação de sua nova religião, a “nova carne”; e a de Convex – *Spectacular Optical*, de padrão mais capitalista, que pretende impor sua vontade através da disseminação do sinal de Videodrome como um vírus. O primeiro campo de embate entre as duas facções se configura no corpo e na mente do protagonista, Max Renn, presidente de um canal de televisão a cabo que

transmite apenas programas com conteúdo pornográfico e violento.

Já em *eXistenZ*, Cronenberg apresenta um futuro próximo em que a tecnologia dos jogos virtuais avançou tanto em relação à qualidade da “realidade virtual”, que acabou por alterar drasticamente as condições de existência. A questão central do filme é a luta ideológica mediada pela tecnologia centrada na discussão acerca do conceito de realidade entre dois grupos oponentes: *Realist Underground* versus os fãs da realidade virtual.

Aspecto a ser destacado é que a tecnologia cotidiana que Cronenberg examina em *Videodrome* não existe em *eXistenZ*. Apesar de *eXistenZ* tratar de um tempo futuro, todos os cenários são extremamente simples, rústicos; as locações externas são todas campestres e não há uma paisagem urbana. Como explica Cronenberg:

there are no radios, there are no television sets, there are no telephones except for the one [pink] telephone. I didn't want to make it obvious, but I wanted to strip away what most people think of as technology, to show them the other kinds of technology: the sort of biological technology, and sort of fuse it with that. (Grünberg, 2006, p.155)

Se a tecnologia é uma maneira de confrontar e dominar a Natureza, em *eXistenZ*, o apogeu tecnológico imaginado por Cronenberg termina por voltar ao ponto de partida, retornando ao cerne original da relação canadense entre homem e tecnologia: a Natureza.

Nos dois filmes, *Videodrome* e *eXistenZ*, os meios introduzem novos padrões na vida humana pelas alterações que causam nos indivíduos e na sua percepção da realidade, criando novos ambientes e confluindo assim com as propostas de McLuhan, pois quando ele afirma que o meio é a mensagem, isso significa *que as conseqüências sociais e pessoais de qualquer meio – ou seja, de qualquer uma das extensões de nós mesmos – constituem o resultado do novo estalão introduzido em nossas vidas por uma nova tecnologia ou extensão de nós mesmos* (McLuhan, 1964, p.21). A mensagem do meio não é o conteúdo, mas sim o próprio meio, pois a sua “mensagem” é a mudança de escala, cadência ou padrão que instaura na sociedade e nos indivíduos (McLuhan, 1969, p.22). Cada avanço tecnológico representa uma reconfiguração na vida humana em suas mais variadas instâncias: pessoal, psicológica, estética, moral, econômica, ética, política e social.

Em ambos os filmes as tecnologias alteram o ambiente, reconfigurando totalmente a vida dos personagens. A televisão em *Videodrome* e o jogo virtual em *eXistenZ* instauram um novo ambiente em que os limites entre a realidade e o virtual são apagados.

Trabalhando com a televisão em *Videodrome* e o jogo virtual em *eXistenZ*, Cronenberg literaliza o axioma mcluhaniano que vê “os meios de comunicação como extensão do corpo humano”, principalmente como extensão dos sentidos e da consciência. Innis foi quem primeiro apontou uma relação de simbiose entre o homem e sua tecnologia, considerando a tecnologia da comunicação mais importante que as demais, uma vez que os avanços historicamente fundamentais se aplicam primeiro aos processos de comunicação.

Contudo, Innis renunciou essa máxima mcluhaniana, retomando uma metáfora clássica do imaginário canadense, o corpo estendido – um corpo fabricado para vencer as distâncias, através de ferrovias, telégrafos, televisão... As extensões tecnológicas do corpo funcionam então como uma rede que revela o esforço humano contra o ambiente inóspito: *When one contemplates the conquest of nature by technology one must remember that conquest had included our own bodies* (Grant, 1969, p.141). E foi Grant quem primeiro afirmou que a “*technique is ourselves*” (Grant, 1969, p.137).

Mas foi McLuhan quem aprofundou a questão, fazendo a distinção: a tecnologia mecânica funciona como extensão de partes do corpo humano – os meios de condução, por exemplo, são prolongamentos das pernas e possibilitam ao ser humano transpor distâncias maiores em espaços de tempo menores, alterando assim sua percepção em relação à distância (espaço) e ao tempo –, enquanto a tecnologia elétrica/eletrônica dos meios de comunicação funciona como extensão dos sentidos e do sistema nervoso humanos, sendo organizada por padrões da percepção sensorial, e tem como função traduzir a experiência humana em formas externas de informação. Mas, em ambos os casos, o ser humano torna-se uma criatura, “metade carne, metade metal”, ou metade orgânico, metade tecnológico.

“VIDA LONGA À NOVA CARNE”: A TECNOLOGIA COMO EXTENSÃO DO CORPO HUMANO

A forte marca da tradição teórico-crítico canadense acerca da relação entre o indivíduo e a tecnologia repercute na obra de Cronenberg, que

recorrentemente aborda a relação entre corpo e tecnologia, e na forma como o cineasta pensa a questão:

Since I see technology as being an extension of the human body. (...) Technology is us. There is no separation. It's a pure expression of human creative will. (...) I mean, technology wants to be in our bodies. (...) First of all, in the obvious ways -- the eyes with binoculars, the ears with the telephone -- technology had to be an advancement of powers we knew we had. Then it gets more elaborate and more distant from us. More abstract. But it still all emanates from us. It's us. (Blackwelder, 1999)

Os filmes de Cronenberg contrariam uma tradição recorrente no imaginário da ficção-científica, que vê na tecnologia uma ameaça à raça humana; medo que talvez se explique como resultado da idéia de que a tecnologia é uma atividade separada da atividade humana e até autônoma, pois, como declara o cineasta, *The media does not have a brain; it's just technology* (Rodley, 1997, p.67). Em muitos filmes do gênero de ficção-científica, a tecnologia, ao alcançar uma independência intelectual, revela-se como o maior inimigo do ser humano. Em Cronenberg, o que se encontra é justamente o inverso, a tecnologia está diretamente ligada aos interesses humanos e às funções do corpo; o perigo não está na tecnologia, mas no uso que fazemos dela.

A temática da alteração do corpo realizada através da tecnologia é recorrente na obra de Cronenberg, que apresenta e acentua a condição do corpo como espaço de transformação sob a influência dos novos caminhos da tecnologia. Em *Calafrios e Enraivecida na fúria do sexo*, os corpos monstruosos resultam de intervenções diretas (cirurgias, experiências); em *Videodrome*, é o sinal de Videodrome (a tecnologia midiática) que re-escreve e recompõe o corpo de Max; em *A mosca*, a transformação de Seth ocorre em decorrência de uma confusão genética realizada pelo teletransportador (ao misturar os seus genes aos de uma mosca); em *Crash: estranhos prazeres*, é graças a um acidente automobilístico que Ballard inaugura uma nova percepção do corpo; em *eXistenZ*, o jogo de realidade virtual é conectado diretamente na espinha dorsal dos jogadores.

Os protagonistas cronenberguianos apresentam em seus corpos os resultados da interferência tecnológica, sofrendo profundas transformações físicas e identitárias. Tal condição retoma a proposição mcluhaniana de que, ao utilizar a tecnologia, o homem

é modificado por ela, mas também sempre encontra novas maneiras de modificá-la (McLuhan, 1964, p.64-5), pois qualquer invenção ou tecnologia é uma extensão do corpo que exige novas relações entre os demais órgãos e as demais extensões do corpo. Cada nova tecnologia modifica o sistema perceptivo e remodela o ambiente.

O alto nível de participação sensorial exigido pelos meios de comunicação resulta em uma maior inclusão dos sentidos, criando um envolvimento intenso entre o corpo e os meios. E, em decorrência desse alto nível de inclusão, a experiência humana se estende cada vez mais nos domínios dos meios. Tanto em *Videodrome* quanto em *eXistenZ*, a experiência dos personagens está completamente estendida para um ambiente midiático.

Cronenberg suplanta a dualidade corpo-mente e, em contrapartida, instaura uma tricotomia – corpo-mente-máquina – que, ao contrário da divisão cartesiana, compõe um todo íntegro, levando ao extremo a máxima mcluhaniana da fusão entre a tecnologia, corpo e mente.

E mesmo que Max, em *Videodrome*, possa ser considerado um ciborgue interpretativo, “influenciado” pelo programa de televisão, ele também pode ser visto como um ciborgue protético, cuja prótese é constituída de tecnologia orgânica e se imbrica ao corpo de maneira visceral, através de vísceras não apenas humanas, mas também tecnológicas. Contudo, esses imbricamentos biotecnológicos se configuram mais como aperfeiçoamentos para o corpo do que como próteses, pois não visam restituir uma parte do corpo amputada nem recuperar capacidades corporais perdidas, mas sim inaugurar novas possibilidades corporais e funcionais. Como no episódio em que o abdômen de Max se abre em uma fenda vertical (semelhante a uma grande vagina), pulsante e úmida, inaugurando uma nova abertura no corpo, que se transforma em um aparelho de vídeo-cassete orgânico; ou, quando Max retira o revólver do interior de seu abdômen e prolongamentos mecânicos saem da arma, penetrando sua mão e seu braço, amalgamando-a ao corpo. O revólver fundido ao corpo vai gradativamente transformando-se em um artefato orgânico, até ficar completamente transmutado em um revólver-mão carnoso.

Cronenberg inaugura, então, algo que irá retomar em outros filmes, como *A mosca*, *Mistérios e paixões*, e *eXistenZ* – a tecnologia orgânica: as fitas de vídeo que vão se organicizando até sua transformação

completa em “fita de vídeo-orgânica”, mesmo processo de transformação da televisão, cujas formas se arredondam em uma alusão ao orgânico e na qual surgem veias pulsantes que revelam o movimento respiratório do aparato.

Em *eXistenZ*, Cronenberg avança ainda mais, criando uma tecnologia-orgânica: um revólver construído de ossos e cartilagem de peixe e cuja munição são dentes humanos. Ou ainda, o gamepod, uma espécie de animal criado pela fertilização de ovos de anfíbios impregnados com DNA sintético. O jogo é ligado diretamente ao corpo do participante por um cabo (umbicord) similar a um cordão umbilical que se conecta ao bioport, um orifício artificialmente criado no final da espinha do jogador.

Conforme McLuhan:

Ao colocar o nosso corpo físico dentro do sistema nervoso prolongado, mediante os meios elétricos, nós deflagramos uma dinâmica pela qual todas as tecnologias anteriores – meras extensões das mãos, dos pés, dos dentes e dos controles de calor do corpo, e incluindo as cidades como extensões do corpo – serão traduzidas em sistemas de informação. (McLuhan, 1964, p.77)

Cronenberg leva ao extremo essas idéias, expandindo o corpo para além de seus próprios limites através da tecnologia, em uma espécie de virtualização do corpo, que se projeta para fora de si mesmo. Ambos os filmes abordam uma questão analisada por Pierre Levy:

O corpo sai de si mesmo, adquire novas velocidades, conquista novos espaços. Verte-se no exterior e reverte a exterioridade técnica ou a alteridade biológica em subjetividade concreta. Ao se virtualizar, o corpo se multiplica. Criamos para nós mesmos organismos virtuais que enriquecem nosso universo sensível sem nos impor dor. (...) A virtualização do corpo não é portanto uma

desencarnação mas uma reinvenção, uma reencarnação, uma multiplicação, uma vetorização, uma heterogêense e alienação, a atualização e a reificação mercantil, a virtualização e a amputação. (Levy, 1996, p.33)

Em *Videodrome*, a virtualização extrema acontece por meio da transformação da antiga carne em “nova carne”, através da morte. A nova carne se revela como uma pós-carne: “a vídeo-palavra feita carne”, proclamando não uma existência sem corpo, mas um novo corpo feito vídeo-imagem, infinitamente maleável. Já em *eXistenZ*, não é preciso morrer, basta conectar-se ao jogo; e se absortos na realidade virtual que suplanta a real, os personagens parecem perder a noção do corpo natural, pelo contrário, o cyberbody (corpo virtual) dos personagens está visceralmente conectado ao corpo físico, através do qual eles experimentam as sensações de prazer e dor. Se a realidade virtual é tão real é porque o corpo a assume como tal.

Ambos os filmes tratam da angústia frente à possibilidade do fim do sujeito e o surgimento de uma nova individualidade construída na tela do televisor (do computador, do videogame), vivenciando uma identidade terminal, em que o antigo corpo, a antiga carne, já não é mais necessário, sendo obsoleto. O novo corpo apresentado nos filmes de Cronenberg surge então como evolução do atual, não representando sua eliminação, mas sim sua transformação.

Ao colocar em questão a integridade do corpo e suas possíveis extensões tecnológicas, Cronenberg coloca-nos em uma posição incômoda, obrigando-nos a repensar nossa própria subjetividade, pois a existência desses imbricamentos entre seres humanos e as tecnologias não nos intima a pensar *sobre a natureza das máquinas, mas sim, conforme destaca Tomaz Tadeu da Silva, sobre a natureza do humano: quem somos nós?* (Silva, 2000, p.13)

Referências bibliográficas

- BLACKWELDER, Rob. *Metaphor Man: controversial Visionary David Cronenberg Sees Technology, Mankind, Sexuality Merging in “eXistenZ”*. Spliced. 1999.
- BROOKS, Kevin. *Technology and Empire: The Postcolonial Vision of David Cronenberg*. North Dakota State University, v.2, 2000.
- CAREY, James W. Harold Adams Innis y Marshall McLuhan. In: ROSENTHAL, Raymond. *McLuhan: pro & contra*. Caracas: Monte Avila Editores, 1969, p.299-335.

-
- FRYE, Northrop. *Division on a Ground: Essays on Canadian Culture*. Toronto: Anansi, 1982.
- _____. Across the River and out of the Trees. *University of Toronto Quarterly* 50, n.1, 1980, p.1-14.
- _____. *The bush garden: Essays on the Canadian imagination*. Toronto: Anansi, 1995.
- GRANT, George. *Technology and Empire: Perspectives on North America*. Toronto: Anansi, 1969.
- GRÜNBERG, Serge. *David Cronenberg: Interviews with Serge Grünberg*. London: Plexus, 2006.
- INNIS, Harold A. *The Bias of Communication*. Toronto: University of Toronto Press, 1999.
- LEVY, Pierre. *O que é o virtual*. São Paulo: Ed. 34, 1996.
- McLUHAN, Marshall. *Os meios de comunicação como extensões do homem*. São Paulo: Cultrix, 1974.
- _____. *Media Research: Technology, Art, Communication*. Amsterdam: Overseas Publishers Association, 1997.
- McLUHAN, Marshall; FIORE, Quentin. *Os meios são as massa-gens*. Rio de Janeiro: Record, 1969.
- MENDIK, Xavier. Logic, Creative and (Critical) Misinterpretations: An Interview with David Cronenberg. In: GRANT, Michael (ed.). *The Modern Fantastic: The Films of David Cronenberg*. United States: Praeger Publishers, 2000.
- TREMBLAY, Gaëtan. De Marshall McLuhan a Harold Innis ou da Aldeia Global ao Império Mundial. *Revista Famecos*. Porto Alegre, n. 22, dez. 2003, p.13-21.
- RODLEY, Chris. *Cronenberg on Cronenberg*. 2. ed. London: Faber and Faber, 1997.
- SILVA, Tomas Tadeu da (org.). *Antropologia do ciborgue: as vertigens do pós-humano*. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

Dados da autora

Rosângela Fachel de Medeiros (rosangela fachel@gmail.com) é graduada em Comunicação pela PUCRS, e mestre e doutora em Literatura Comparada pela UFRGS.

Transferência do Conhecimento Tácito em Explícito Utilizando a Ferramenta Workflow

Andressa Almeida da Paz
Simone Nasser Matos
Hélio Gomes de Carvalho

RESUMO: A Gestão do Conhecimento é mundialmente reconhecida entre as organizações pela sua importância, pois está diretamente ligada ao conhecimento, que é um dos fundamentos para o crescimento organizacional de forma sustentável no atual mundo globalizado, fornecendo vantagens competitivas aos concorrentes. Este artigo propõe, depois de enunciados e explicados, os conceitos teóricos associados à Gestão do Conhecimento e aos Sistemas Workflow, mostrando de que forma estes podem apoiar a gestão do conhecimento, utilizando a ferramenta Workflow para a transferência do conhecimento, o que vem ao encontro dos ganhos reais para as organizações, mediante colaboração e compartilhamento das informações. A ferramenta Workflow é grande aliada à prática da Gestão do Conhecimento, contribuindo para o aumento do conhecimento organizacional, com a agregação de valor para cada colaborador, que fica informado de onde vem e para onde vai o trabalho. As vantagens do uso dessa ferramenta são a clareza e os procedimentos completos da organização que o sistema oferece, contribuindo para a transferência de conhecimento tácito e explícito. Com essa geração de valor a empresa tem melhorias contínuas na aquisição de conhecimento, para que todos passem a contribuir e atualizar a memória colaborativa, facilitando a distribuição da informação pelos veículos integrantes no processo. Dessa forma, cada colaborador tem as informações que lhe cabem no processo de trabalho.

Palavras-chave: Conhecimento; Gestão do Conhecimento; Sistemas Workflow; Tecnologias de Informação.

ABSTRACT: Knowledge Management is recognized worldwide among organizations by its importance, because it is directly linked to knowledge, one of the reasons for organizational growth in a sustainable way in today's globalized world, providing competitive advantages to competitors. This article proposes, after statements and explained, the theoretical concepts associated with knowledge management and Workflow Systems, showing how they can support knowledge management, using the tool Workflow for the transfer of knowledge, which comes for the real gains for the organizations through collaboration and sharing of information. The Workflow tool is great ally to the practice of knowledge management and contributes to the increase of organizational knowledge, to add value to each employee who is informed about his work. The advantages of using this tool are clear and complete procedures of the organization that the system has contributed to the transfer of tacit and explicit knowledge. This generation of value in the company is continuous improvement for the acquisition of knowledge, that all start to contribute and update the collaborative memory, facilitating the distribution of information by members in the vehicles. Thus, each developer has the information that falls within the work process.

Keywords: Knowledge; Knowledge Management; Workflow Systems; Information Technologies.

INTRODUÇÃO

O conhecimento tem sido reconhecido como um dos mais importantes recursos de uma organização, tornando possíveis ações inteligentes e melhores práticas para o compartilhamento das informações. As organizações estão buscando cada vez mais novas tecnologias e inovações, com capacidade de oferecer continuamente novos produtos e serviços em termos de complexidade, flexibilidade e criatividade.

O processo de gestão do conhecimento abrange toda a forma de gerar, armazenar, distribuir e utilizar o conhecimento, tornando necessária a utilização de tecnologias de informação para

facilitar o processo devido ao grande aumento no volume de dados. (Carvalho, 2000)

Este artigo tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre Gestão do Conhecimento, mostrando o papel da Tecnologia da Informação como uma ferramenta de suporte às ações da Gestão do Conhecimento.

No âmbito da Gestão do Conhecimento da organização, as regras de negócio que formatam os fluxos de trabalho são armazenadas no sistema de informações sob a forma de *Workflow* (processo automatizado). O conhecimento da organização é

retido, conservado e organizado, abrindo novas frentes para estudos sobre o seu processo de gestão. (Carvalho, 2000)

Utilizando-se de forma adequada a ferramenta *Workflow*, esta vem ao encontro para o suporte na obtenção do conhecimento e sua transferência, pois o *Workflow*, segundo Usirono (2003), melhora os processos da organização do trabalho, tornando-os mais ágéis, seguros, confiáveis e proporcionando um diferencial para a organização. Isso possibilita à empresa conservar seu conhecimento do negócio, na medida em que as regras que compõem esse fluxo são incorporadas no processo automatizado.

GESTÃO DO CONHECIMENTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gestão do Conhecimento (*Knowledge Management*, em inglês) é uma disciplina emergente, que tem como principais objetivos criar, registrar e compartilhar o capital intelectual das organizações.

Para que se possa entender a gestão do conhecimento, é necessário definir conhecimento. O conceito de conhecimento tem sido questão central para muitos filósofos, desde a Antiguidade, teólogos, cientistas, humanistas, estudantes. É um conceito difícil de expressar com precisão e de forma clara, conforme se observou na literatura.

Na visão de Barroso e Gomes (2000), conhecimento reflete estados mentais que estão em constante transformação, cujos processos associados e interrelacionados são inerentes à mente humana e seu saber.

Já na concepção de Mello e Burlton (2000), conhecimento é o que orienta as pessoas no uso de dados e informações para fazer julgamento, tomar as decisões ou realizar o seu trabalho. Por outro lado, Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que a epistemologia ocidental do conhecimento tende a atribuir os mais altos valores a teorias e hipóteses abstratas, enfatizando o conhecimento preciso e conceitual e as ciências sistemáticas. Em contraste, a epistemologia oriental segue a linha do empirismo e valoriza a incorporação de experiência pessoal direta.

Com o crescimento acelerado da economia mundial, as organizações estão percebendo cada vez mais a sua importância, pelo diferencial que representa nos dias de hoje, sendo como um valioso recurso

estratégico para as pessoas, organizações e para todo o mundo dos negócios.

Para Nonaka (1997), em uma economia em que a única certeza é a incerteza, a única fonte garantida de vantagem competitiva é o conhecimento. Este é como uma crença verdadeira e justificada, que significa que as pessoas interpretam as informações conforme sua visão de mundo; também pode ser visto como a experiência, o entendimento e o *know-how* prático que o ser humano possui, guiando suas decisões e ações. A criação do conhecimento é um processo que ocorre dentro de uma comunidade de interação e que amplia organizacionalmente o conhecimento adquirido pelas pessoas.

Segundo Perrotti (2004), a Gestão do Conhecimento é uma forma de tornar o ambiente favorável para que a organização identifique suas competências, encontre os conhecimentos que ela já possui, aprenda o que precisa, compartilhe e use esses conhecimentos na velocidade necessária ao desenvolvimento dos seus negócios.

Portanto, a Gestão do Conhecimento é a área que estuda o modo como as organizações entendem o que elas conhecem, o que elas necessitam conhecer, e como elas podem tirar o máximo proveito do conhecimento (Carvalho, 2000).

Tipos de conhecimento

Na literatura sobre Gestão do Conhecimento, verifica-se que há dois tipos de conhecimento: o explícito e o tácito, classificação adotada por diversos autores.

Segundo Choo (2003), o conhecimento tácito é o conhecimento implícito usado pelos membros da organização para realizar seu trabalho e dar sentido ao seu mundo. É aprendido durante longos períodos de experiência e de execução de uma tarefa, durante os quais o indivíduo desenvolve uma capacidade para fazer julgamentos intuitivos sobre a realização bem-sucedida da atividade.

O conhecimento explícito é aquele que pode ser expresso formalmente com a utilização de um sistema de símbolos e, assim, ser facilmente codificado e difundido. Choo propõe ainda a definição de conhecimento cultural, expresso pelas pressuposições, crenças e normas usadas pelos membros da organização para atribuir valor e significado a novos conhecimentos e informações.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento tácito é físico, subjetivo, o conhecimento da experiência, específico ao contexto, difícil de ser formulado e comunicado. O conhecimento explícito se refere ao conhecimento da racionalidade e ao transmissível em linguagem formal e sistemática.

Entre os dois conhecimentos, o tácito é mais difícil de extrair, pois envolve o instinto e a experiência.

Na visão de Barroso e Gomes (2000) acerca da importância do papel do conhecimento nas organizações, o conhecimento tácito é, com frequência, visto como a verdadeira chave para resolver os problemas e criar novos valores, enquanto o conhecimento explícito é considerado apenas como um suporte.

Mello e Burlton (2000) definem o conhecimento como sendo uma escada de conceitos em que dado, informação, conhecimento e sabedoria são degraus, cada um deles assim detalhado:

- a) Dado: fonte estruturada, valores de parâmetros e medidas, geralmente sem um contexto;
- b) Informação: dado e contexto de referência que estabelecem significado ou valor para o negócio ou alguém relacionado a ele;
- c) Conhecimento: o que orienta as pessoas no uso de dados e informações para fazer julgamento, tomar decisões ou realizar o trabalho;
- d) Sabedoria: confiança comprovada no conhecimento ou tomada de decisão de alguém, geralmente obtida por meio de experiência.

De forma objetiva, a criação do conhecimento na empresa começa no nível individual em direção ao coletivo e, então, para o âmbito da organização, a fim de, posteriormente, enriquecer-se com o nível interorganização. A figura 1 representa a criação do conhecimento na empresa, segundo a visão dos autores Nonaka e Takeuchi (1997).

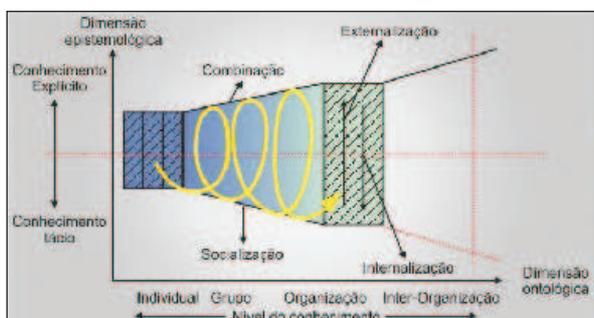


Figura 1
Criação do conhecimento na empresa
Fonte: Nonaka e Takeuchi, 1997.

Transferência de conhecimento

Transferir conhecimento consiste, basicamente, em transformar o conhecimento tácito e o explícito, de modo a tornar os conhecimentos individuais em conhecimentos coletivos, para se ter o conhecimento organizacional.

O conhecimento disseminado pela organização pode ser um agente facilitador para se obter a vantagem competitiva, pois o processo de transferência contempla a criação, e esta leva à inovação. Entender os mecanismos pelos quais o conhecimento pode ser criado e transferido na empresa é ponto de partida para um resultado superior.

A partir da segmentação do conhecimento em tácito e explícito, Nonaka e Takeuchi (1997) propõem a interação entre os tipos de conhecimento como forma de transferência de conhecimento, a qual chamam de conversão de conhecimento.

De acordo com Rossetti (2007), a Tecnologia da Informação é um instrumento facilitador da rápida mobilidade do conhecimento no interior das organizações, por ser um fator estratégico de competitividade e de sobrevivência das empresas, interagindo com a Gestão do Conhecimento para a ampliação do alcance e para acelerar a velocidade na transferência do conhecimento.

GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A Tecnologia da Informação é a maior aliada do processo de Gestão do Conhecimento, por ser o grande facilitador da difusão e do compartilhamento do conhecimento. Tem como atribuições a efetivação de um repositório do conhecimento, a disponibilização e a distribuição de conteúdos, o ambiente e as ferramentas de colaboração.

O papel principal da Tecnologia da Informação na Gestão do Conhecimento consiste em ampliar o alcance e acelerar a velocidade da transferência do conhecimento. As ferramentas de Gestão do Conhecimento pretendem auxiliar no processo de captura e estruturação do conhecimento de grupos indivíduos, disponibilizando esse conhecimento em uma base compartilhada por toda a organização. (Carvalho, 2000)

A Gestão do Conhecimento é uma combinação complexa de pessoas, processos e tecnologia. Embora a tecnologia não seja o componente principal

da gestão do conhecimento, não seria uma atitude prudente tentar implantar gestão do conhecimento sem se beneficiar de algum suporte tecnológico. (Carvalho, 2006)

Relação da Tecnologia da Informação com a ferramenta *Workflow* para transferência do conhecimento

Os *softwares* de Gestão do Conhecimento pretendem auxiliar na captura e estruturação do conhecimento de grupos de indivíduos, disponibilizando esse conhecimento em uma base compartilhada por toda a organização. Dessa forma, observa-se que as possibilidades de conhecer profundamente cada colaborador, assim como ter a real valoração do seu capital humano, pode ser o diferencial que leva a organização a se destacar dentro do cenário competitivo.

Entre as muitas ferramentas que podem ser utilizadas nesse contexto, apresenta-se, em especial, a tecnologia *Workflow* nos processos de negócios das organizações, definida como um tipo específico de software que oferece apoio às atividades de geração, codificação e transferência de conhecimento. Esse tipo de sistema de informação vem ao encontro das estratégias e otimização dos processos de negócio da organização mediante sua automação ou, mais especificamente, a automação dos seus fluxos de trabalho, tornando-os mais ágeis, seguros, confiáveis e proporcionando um diferencial no mercado. Possibilita, ainda, que a empresa conserve o conhecimento do negócio na medida em que as regras que compõem esses fluxos são incorporadas no processo automatizado. (Carvalho, 2000)

A aplicação da tecnologia de *Workflow* para a transformação do conhecimento tácito em conhecimento explícito

O conhecimento deve fluir através da organização, ser compartilhado, adquirido e disseminado para gerar novos conhecimentos. Dessa maneira, o acesso às informações das organizações é disponibilizado em qualquer tempo, viabilizando as normas aos interessados e consultas para o assessoramento do processo em que o colaborador está inserido.

Segundo Thives (2001), a transformação do conhecimento tácito em conhecimento explícito significa capturar o conhecimento individual de cada pessoa e transformá-lo em conhecimentos que possam

ser manipulados pela tecnologia da informação. De acordo com o autor, a tecnologia de *Workflow* aplicada à Gestão do Conhecimento possibilita a captura de todoAs fotos mostram a presença de aspectos que podem trazer risco aos alunos e funcionários do CEFET/RJ. o conhecimento sobre o processo de normas, procedimentos, consulta e assessoramento, com base nas informações da organização.

Uma vez que o conhecimento do funcionamento do processo da organização existe de forma oral, e poderá ter os registros inseridos por meio do computador, registrando os passos, detalhes e informações de todo o processo, uniformiza o conhecimento, tornando-se fiel em todos os pontos da organização.

Thives salienta que, implantando e aplicando a tecnologia de *Workflow*, obtém-se a captura do conhecimento tácito, sendo um pré-requisito dentro da organização, pois os colaboradores que estão envolvidos no dia a dia em suas tarefas podem fornecer informações fiéis quanto ao funcionamento do processo, de suma importância para a definição do *Workflow*. No momento em que são implementadas essas informações na tecnologia, está se realizando a transformação do conhecimento tácito para o conhecimento explícito.

Sistemas de gerenciamento de fluxo de trabalho *Workflow*

Organizações possuem um grande número de processos formalizados, que regulam o fluxo da informação. Os profissionais precisam se comunicar e compartilhar informações para desempenhar atividades de negócio. Bock e Marca (1995) afirmam que os processos organizacionais dependem do fluxo de informações de negócios, sendo que esse fluxo passa de pessoa para pessoa, de lugar para lugar, e de tarefa para tarefa.

O *Workflow* oferece suporte para processos padronizados de negócio. Os sistemas de *Workflow* permitem que os usuários codifiquem os processos de transferência do conhecimento quando se requer um método mais rígido de transferência. Por exemplo, o processo de aprovação de empréstimo em um banco comercial requer a coleta de informações passadas sobre o cliente e a geração de novas informações específicas sobre as condições do empréstimo, para que assim se possa tomar a decisão definitiva. O *Workflow* se aplica aos processos desse tipo, que exigem a preparação de informações estruturadas e ordenadas. (Carvalho, 2000)

As empresas estão percebendo que uma simples falha em uma das etapas de um determinado processo de trabalho pode resultar em um negócio mal sucedido. No processo organizacional, cada usuário desempenha um papel diferente e todos precisam compartilhar informações e coordenar o desenvolvimento da atividade.

O objetivo do *Workflow* é determinar o fluxo do processo, mostrando as etapas corretas para concretização do mesmo e acompanhando constantemente todas as atividades que o compõem. As ferramentas de *Workflow* facilitam a criação de aplicativos baseados no processo para assegurar que as práticas sejam seguidas e medidas. (Carvalho, 2000)

O *Workflow* auxilia a explicitação do conhecimento que está embutido nos processos. De acordo com Bock e Marca (1995), o *Workflow* codifica as regras de negócio que identificam como as pessoas trabalham em conjunto para dar andamento a um processo organizacional. Para os autores, o *Workflow* gerencia uma sequência pré-determinada de passos através da decodificação da linguagem do grupo e das conversações associadas com a execução de um processo. No *Workflow*, o objetivo é explicitar o conhecimento existente sobre os processos.

Segundo Barros (1997), sistemas de *Workflow* constituem-se em soluções de tecnologia capazes de solucionar problemas. Eles manipulam e monitoram a informação relativa ao fluxo de trabalho para gerenciá-lo e controlá-lo de forma mais eficiente, minimizando o problema da coordenação do trabalho nos processos de negócios. Do ponto de vista de Araújo (2000), o *Workflow* é a automação de um processo de negócio, em parte ou como um todo, em que documentos, informações e tarefas são passadas de um participante ao outro de acordo com um conjunto de regras definidas. Os benefícios identificados na literatura com o uso de *Workflow* apontam várias vantagens em sua implantação (Araújo, 2000):

- a) Suporte a processos, através do auxílio em sua modelagem, execução, monitoramento e auditoria.
- b) Automação de processos, através dos aumentos de eficiência e nível de qualidade, flexibilidade, monitoramento e auditoria, integridade e disponibilidade de informações.
- c) Participação e cooperação, fazendo com que os usuários possuam maior autonomia e contato com o processo de negócios, aumentando sua responsabilidade e a capacidade de reconhecimento de seus papéis dentro dos mesmos. Desta forma, faz com que o usuário participe mais dos processos, aumentando sua compreensão em relação aos mesmos.

- d) Memória da organização, através da retenção do conhecimento, da organização, de forma a refletir a estrutura da organização em termos de papéis, regras e fluxos de trabalho. Adicionalmente, facilita a padronização de processos.

No entanto, é importante ressaltar que a TI desempenha um papel de infraestrutura, pois a gestão do conhecimento envolve também aspectos humanos e gerenciais. (Carvalho, 2000)

De acordo com Cruz (1998), no modelo de *Workflow*, a ênfase é dada ao processo, pois a importância do processo está no fato de ele ser o meio pelo qual a informação será processada. O autor afirma que, no *Workflow*, as regras orientam a execução de cada tarefa, descendo a um bom nível de detalhamento e precisão. Enfatiza, ainda, que a construção de rotas de navegação da informação permite transformar um processo passivo em ativo, no qual cada funcionário será incentivado a fazer sua parte, automaticamente, em vez de permitir que cada um faça o que deve e precisa ser feito apenas na hora em que quiser fazer. A crítica que se pode fazer ao *Workflow* consiste no perigo de o mesmo se transformar em uma linha de montagem digital, já que a tecnologia é ideal para automação de processos rotineiros.

Conforme Cruz, os três elementos primários de um ambiente de *Workflow* constituem o modelo dos três Rs e são os seguintes:

- *Roles* (Papéis): conjuntos de características e habilidades necessárias para executar determinada tarefa ou tarefas pertencentes a uma atividade;
- *Rules* (Regras): atributos que definem de que forma os dados que trafegam no fluxo de trabalho devem ser processados, roteados e controlados pelo sistema de workflow;
- *Routes* (Rotas): caminhos lógicos que, definidos sob regras específicas, têm a função de transferir a informação dentro do processo, ligando as atividades associadas ao fluxo de trabalho.

Do ponto de vista do usuário, o *Workflow* parece ser uma aplicação comum, pois o usuário continua a enviar mensagens eletrônicas, preencher formulários e fazer relatórios. No entanto, o sistema de *Workflow* possui uma inteligência que lhe permite saber qual é o próximo passo a ser dado, monitorando as atividades ao longo do caminho do processo. Para que isso seja possível, é fundamental seguir os três passos de um projeto de *Workflow*, segundo Bock e Marca (1995):

1. Identificar um processo particular e descrever seus passos funcionais. Isto inclui os procedimentos normais do processo, bem como as exceções que especificam procedimentos adicionais, que são seguidos quando algo não segue a rotina.
2. Identificar os participantes no processo. Isto pode ser feito no nível específico dos indivíduos ou em nível genérico de pessoas que desempenham papéis comuns.
3. Especificar critérios operacionais e regras de decisão sobre as ações que os participantes devem desempenhar ao longo do processo. Este terceiro passo consiste em uma referência cruzada entre as tarefas descobertas no primeiro passo e as pessoas identificadas no segundo passo.

Verifica-se que os sistemas de *Workflow* não contribuem para o processo de geração de

conhecimento, pois existem regras formais pre-estabelecidas que orientam a execução do trabalho. Por outro lado, o *Workflow* auxilia os processos de codificação e transferência do conhecimento ao longo de um processo de negócios, permitindo o intercâmbio de conhecimento tácito e explícito entre os envolvidos. Carvalho (2000) resume a classificação da categoria, de acordo com os critérios da tipologia:

- Funcionalidade Essencial: Sistemas de *Workflow*
- Processo de Conhecimento: Codificação e transferência de conhecimento
- Tipo de Conhecimento: Explícito e tácito
- Área de Origem dos Conceitos: Organização e Métodos

O Quadro 1 apresenta o conjunto de recursos do *Workflow*.

Recurso	Descrição
Roteamento de trabalho	Predefine a sequência em que as atividades serão executadas, podendo ser baseado em respostas e em regras.
Invocação automática de aplicativos	O aplicativo adequado para a realização da tarefa pode ser invocado automaticamente, por meio do <i>Workflow Management Systems (WfMS)</i> .
Distribuição dinâmica de trabalho	Determina qual participante irá executar a tarefa.
Priorização de trabalho	A maioria dos sistemas de <i>Workflow</i> permite que a prioridade de uma instância seja alterada, em geral por um usuário "administrador".
Acompanhamento do trabalho	Capacidade de acompanhar uma determinada instância de <i>Workflow</i> descobrir imediatamente seu <i>status</i> atual de processamento, sob a responsabilidade de quem está no momento, e quanto tempo ela está esperando na atividade atual.

Quadro 1
Workflow
Fonte: Araújo, 2000.

A classificação dos Sistemas *Workflow*

Para melhor compreensão, segundo Cruz (1998), existem três tipos de aplicações *Workflow*:

- a) *Workflow Ad Hoc*: Sistemas onde os processos são pouco estruturados e envolvem a colaboração e decisão humana. Não há padrão predeterminado de direcionamento de documentos. A ordenação e coordenação de tarefas não são automatizadas, mas controladas por pessoas. Envolve a composição de pequenos grupos apoiando atividades que requerem solução rápida. Muitas vezes envolve um único documento em uma única ocasião. Exemplo: aprovação de um documento específico.
- b) *Workflow* administrativo: São sistemas estruturados, mas não são considerados de missão crítica para a

organização. São menos exigentes em relação à confiabilidade, correção e integração com sistemas externos do que os *Workflows* de produção. Envolvem processos repetitivos com regras simples de direcionamento. A ordenação e a coordenação de tarefas podem ser automatizadas. Não requerem acesso a sistemas de informação múltiplos. Exemplos: aprovação de agendamento de férias de funcionários; aprovação de compras ou de orçamentos ou aprovação de um procedimento operacional.

- c) *Workflow* de produção: São processos de negócio estruturados em termos de regras. São repetitivos, complexos e previsíveis, acessando múltiplos sistemas de informação e banco de dados. Tratam de volumes de transações elevados, documentos compartilhados, imagens e acompanhamento de

tarefas. Geralmente constituem-se em sistemas de missão crítica da organização. Exemplos: aprovação de uma ordem de produção, de crédito em uma instituição financeira ou de um sistema de suporte ao desenvolvimento de produtos.

Apesar de na literatura existirem três formas distintas de classificação de *Workflows*, segundo Araújo (2000), os processos nunca são totalmente *ad hoc*, administrativos ou de produção. Na realidade, sempre apresentam características parciais de cada um deles.

CONCLUSÃO

A Gestão do Conhecimento com o apoio da Tecnologia da Informação compartilha informações por meio de uma ferramenta *Workflow* que permite a criação, a captura, o gerenciamento, o armazenamento e a distribuição do conhecimento de determinado

grupo de pessoas sobre um assunto ou uma organização.

A tecnologia de *Workflow* representa a coordenação e o controle dos processos organizacionais, tornando-se um importante apoio à Gestão do Conhecimento.

Com a utilização dessa tecnologia é possível transformar o conhecimento tácito em explícito e reforçar os aspectos formais de comunicação e do conhecimento envolvido.

Como resultado se pode observar que o *Workflow* é uma ferramenta que soma os saberes individuais e coletivos e dá origem a uma gestão denominada colaborativa, permitindo uma maior coordenação no fluxo de trabalho, além de contribuir para a colaboração e a comunicação entre os participantes.

Referências bibliográficas

- ALVARENGA, R. et al. *Gestão de conhecimento para ensino e pesquisa: o modelo da UCB*. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GESTÃO DO CONHECIMENTO. Anais. São Paulo, 2002. Disponível em: <www.cori.rei.unicamp.br>. Acesso em: 10 jun. 2009.
- ARAÚJO, R. M. *Ampliando a cultura de processos de software – um enfoque baseado em groupware e workflow*. Tese de doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.
- BARROSO, A.; GOMES, E. *Tentando entender a gestão do conhecimento*. Disponível em: www.crie.com.br. Acesso em: 20 jun. 2009.
- BARROS, R. M. *Alocação de atividades em um sistema de Gerência Workflow*. Dissertação de Mestrado. CPGCC/UFRGS. Porto Alegre, 1997.
- BOCK, G.; MARCA, D. *Designing Groupware*. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1995.
- CARVALHO, R. B. *Aplicações de Softwares de Gestão do Conhecimento: Tipologia e Usos*. Dissertação de Mestrado: Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- _____. *Intranets, portais corporativos e gestão do conhecimento. Análise das experiências de organizações brasileiras e portuguesas: tipologia e usos*. Tese de Doutorado em Ciência da Informação: Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- CASTRO, M. N. M. *Aprendizagem na organização e novas tecnologias aplicadas à educação à distância*. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação: Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- CHOO, C. W. *A organização do conhecimento: Como as organizações usam as informações para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões*. São Paulo: Editora Senac, 2003.
- CRUZ, A. *Workflow: A tecnologia que vai revolucionar processos*. São Paulo: Editora Atlas, 1998.
- MELLO, A. M. V.; BURLTON, R. *Gestão do Conhecimento na Perspectiva de Negócios*. Disponível em: <http://www.ubq.org.br>. Acesso em: 17 jun. 2009.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- PERROTTI, E. *Estrutura organizacional e gestão do conhecimento*. Dissertação de Mestrado: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA), 2004.

ROSSETTI, A., TCHOLAKIAN M. *O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento*. Ciência da Informação, América do Norte, 36, dez. 2007. Disponível em: <http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/795/644>. Acesso em: 30 jul. 2009.

SILVA, S. L. Informação e competitividade: a contextualização da gestão do conhecimento nos processos organizacionais. *Ciência da Informação*, v.31, n.2, mai./ago. 2002, p.142-151. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v33n2/a15v33n2.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2009.

TARAPANOFF, K. (Org.). *Inteligência organizacional e competitiva*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

THIVES Jr, J. J. *Workflow – Uma Tecnologia para Transformação do Conhecimento nas Organizações*. Florianópolis: Editora Insular, 2001.

USIRONO, C. H. *Tecnologia Workflow: O Impacto de sua Utilização nos Processos de Negócio*: São Paulo: USP, 2003. Dissertação de Mestrado em Administração: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2003.

Dados dos autores

Andressa Almeida da Paz (andressa1paz@yahoo.com.br), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Simone Nasser Matos (snasser@utfpr.edu.br), professora da UTFPR, Campus Ponta Grossa, é Doutora em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA (2008).

Hélio Gomes de Carvalho (helio@utfpr.edu.br), professor da UTFPR, é doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000).

Problemas da Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

Yvan Navarro da Fonseca Paixão

RESUMO: A preocupação com os recursos hídricos do planeta vem aumentando. Há ameaças à qualidade e à quantidade de água doce disponível em todo o planeta e diversos conflitos, tanto no plano geopolítico, quanto entre usuários e gestores. A existência de conflitos pelo domínio da água doce decorre dos problemas da escassez e, por conseguinte, da percepção do valor econômico da água, que adquire uma importância gradual como fator competitivo do mercado. Um dos principais avanços conceituais nessa questão consiste em passar o gerenciamento de um sistema setorial, local e de resposta a crises e impactos para um sistema integrado no âmbito de ecossistemas fluviais. Optamos por analisar o caso da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Desse modo, delimitaremos o trabalho em pesquisar a geopolítica das águas dessa bacia hidrográfica, considerando três pontos: a interrelação entre o CEIVAP e a AGEVAP, o abastecimento e o saneamento da bacia.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Gestão de Bacias Hidrográficas; Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

ABSTRACT: Concern about water resources of the planet is growing. There are continuing threats to the quality and quantity of available freshwater in the entire planet, creating many conflicts both in a geopolitical plan, as between users and managers. The existence of conflicts to the domain of freshwater results of problems of scarcity and both the perception of the economic value of water, that will acquire increasing importance as a factor in competitive market. A major conceptual advance in this issue was to pass the management of a sector, and local response to crises and impacts, to a system integrated in river ecosystems. This study intends to analyze the case of the River Basin of the rio Paraíba do Sul. Thus the paper considers the geopolitics of the water basin of addressing three points: the interrelationship among the CEIVAP and AGEVAP, the supply of drainage basin and the sanitation basin.

Keywords: Water Resources; Management from the Basin Level; River Basin of the rio Paraíba do Sul.

INTRODUÇÃO

A preocupação com os recursos hídricos do planeta é cada vez maior. A água é um recurso estratégico para a humanidade, pois mantém a vida no planeta Terra, sustenta a biodiversidade, a produção de alimentos e suporta todos os ciclos naturais. A água tem, portanto, importância ecológica, econômica e social. Mesmo sendo fundamental para a vida humana, há permanentes ameaças à qualidade e quantidade de água doce disponível em todo o planeta, gerando diversos conflitos tanto no plano geopolítico, quanto entre usuários e gestores.

Esses fatores vêm provocando cada vez mais preocupações entre pesquisadores, administradores, gerentes e tomadores de decisão, acerca da capacidade de gerenciar os inúmeros conflitos resultantes da intensificação das atividades humanas e a degradação dos recursos hídricos (Tundisi, 2006).

Um dos principais avanços conceituais nessa questão foi a mudança de paradigma quanto à

gestão dos recursos hídricos. Ela consiste em passar o gerenciamento de um sistema setorial, local e de resposta a crises e impactos para um sistema integrado no âmbito de ecossistemas fluviais. Ou seja, o que se propõe é uma gestão a partir das bacias hidrográficas.

Deste modo, a bacia hidrográfica rompe as barreiras político-administrativas e passa a abranger espaços maiores para fins de gerenciamento, planejamento e desenvolvimento econômico e social. Essa postura consolidou-se da Constituição Federal de 1988, que, em seu artigo 21, inciso XIX, dá à União a competência para instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), que é criado em 09 de janeiro de 1997, com a Lei 9.433/97, mais conhecida como Lei das Águas, consolidando o princípio federativo de “centralização normativa e descentralização executiva”.

A Lei das Águas introduziu mudanças na gestão das águas, estabelecendo a bacia

hidrográfica como unidade de gerenciamento. Além disso, introduziu novos atores nesse cenário: a ANA (Agência Nacional de Águas), os Comitês de Bacias e as Agências de Bacia.

Nesse contexto, é importante salientar que a criação da ANA é resultado das reformas políticas ocorridas no Brasil e de grande parte da América Latina, que tinham por objetivo tornar o Estado mais “leve”, deixando de lado seu papel de produtor e de planejador, e assumindo o papel de regulador e fiscalizador. Essas reformas tentam redimensioná-lo, revesti-lo de novas competências e funções, não mais como promotor direto do crescimento econômico, mas como catalisador e facilitador do desenvolvimento econômico, sob a égide do livre-mercado. Nesse sentido, a Lei das Águas se adequou muito bem com aos objetivos do governo naquele período. A descentralização e as inovações institucionais que ela trouxe para a gestão das águas são prova disso. Entre essas inovações podemos citar a ANA, os Comitês e as Agências de Bacia.

A ANA, criada pela Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, tem o papel de implementar a Lei das Águas, que disciplina o uso dos recursos hídricos no Brasil, e executar a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

Os Comitês de Bacias têm como competência, no âmbito de sua área de atuação: promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia; articular a atuação das entidades que trabalham com este tema; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

As Agências de Bacias são o braço executivo dos Comitês de Bacias. Cabe a essas agências: manter o balanço hídrico da bacia atualizado; manter o cadastro de usuários e efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; analisar e emitir pareceres sobre os projetos e as obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sua área de atuação;

gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências; promover os estudos necessários para a gestão de recursos hídricos em sua área de atuação; elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; propor ao respectivo Comitê o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos, o plano de aplicação de recursos e o rateio de custos das obras de uso múltiplo.

Diversas contradições manifestam-se na bacia do Paraíba do Sul, que é o foco de análise. Isso porque a bacia abrange os estados mais ricos da federação e onde os potenciais de demanda, de uso da água e de capacidade poluidora são maiores. Composta por três estados de grande destaque econômico – São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais –, esta bacia apresenta dinâmicas de uso de suas águas, diferenciadas ao longo do seu curso, ou seja, alguns trechos mais industrializados, outros mais voltados para a agricultura e abastecimento.

Estas características da bacia trazem diversos órgãos para o processo de gestão. Isso tem gerado sobreposição de atribuições entre esses órgãos. Além disso, verifica-se um problema de jurisdição, já que o rio Paraíba do Sul é de domínio federal, mas alguns de seus rios tributários são de domínio estadual.

Apesar dessas contradições a bacia do Paraíba do Sul é uma das mais avançadas em relação à adoção desses novos parâmetros institucionais. O CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), criado em 1996, tem se constituído em experiência-piloto para implementação dos instrumentos previstos na Lei das Águas.

Organização institucional da bacia

O panorama institucional da bacia é particularmente complexo por conta de sua posição geográfica. Localizada em três Estados da federação, essa bacia compreende dois sistemas distintos de gestão: federal e estadual, que são independentes em termos de dinâmica jurídico-institucional, mas profundamente interdependentes no seu conteúdo e aplicação. Portanto, no interior da bacia hidrográfica, podem coexistir vários comitês (sob jurisdição federal e dos estados), além dos órgãos gestores federais e estaduais que devem repartir as suas competências de forma integrada. Sendo assim, o comitê atuante em toda

a extensão da bacia deve ser a instância privilegiada de integração das ações de todos os organismos e instituições em nível de bacia hidrográfica.

A bacia do rio Paraíba do Sul é considerada a bacia-piloto pela ANA para a implementação do novo sistema de gestão em bacias nacionais. Para operacionalizar novas práticas de gestão das águas nessa bacia, faz-se necessário a atuação, de um lado, do poder público federal (ANA) e estadual (órgãos gestores de recursos hídricos: Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE-SP; Instituto Mineiro de Gestão de Águas – IGAM-MG; e Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA-RJ) e, de outro, do CEIVAP, AGEVAP e dos comitês e organismos de sub-bacia já existentes.

Deve-se então buscar uma harmonização entre todos esses órgãos. O próprio Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul destaca essa necessidade. Segundo esse Plano, podem-se identificar, pelo menos, dois níveis principais da integração que se faz necessária entre os diferentes sistemas de gestão.

O primeiro abrange os níveis federal e estadual e concerne principalmente aos instrumentos de gestão, em particular a outorga de direitos de uso e a cobrança pelo uso da água. O segundo nível de integração necessário diz respeito ao que pode ser denominado de “mosaico institucional da Bacia do Paraíba do Sul”, ou sua organização interna. Vários são os organismos de bacia que compõem hoje o arranjo institucional interno da bacia: o CEIVAP, o AGEVAP, os comitês de sub-bacias ou de parte da bacia – e, futuramente, suas respectivas agências – e outros tipos de organismos de bacia (consórcios intermunicipais e associações de usuários).

Segundo o próprio CEIVAP, os esforços hoje são voltados para a integração de todos esses organismos da bacia do Paraíba do Sul, entre eles e com o CEIVAP, no sentido de minimizar os conflitos, encontrando soluções negociadas e convergindo energias para a gestão da bacia como um todo, praticando a chamada “solidariedade hídrica” no âmbito da bacia do rio Paraíba do Sul.

A geopolítica da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

A Lei 9.433/97 propõe uma descentralização da gestão e a organização de comitês de bacia. Apesar

de introduzir diversas e benéficas inovações na gestão dos recursos hídricos, ela dá margem ao surgimento de conflitos e disputas que se multiplicam, criando situações de tensão, quer pelo uso do recurso, quer pelos investimentos decorrentes da cobrança pelo uso da água.

É importante notarmos que, além dessas dificuldades, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul apresenta conflitos gerados pela transposição de parte de suas águas para o rio Guandu. Esses conflitos são de cunho federativo e econômico, cujo principal ponto motivador é a destinação dos recursos da cobrança pelo uso da água.

O sistema CEIVAP-AGEVAP: problemas no interrelacionamento

Segundo o “Relatório de sistematização das principais dificuldades e desafios postos ao sistema de gestão da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul”, contido no “Planejamento institucional estratégico e estruturação organizacional do Sistema CEIVAP – AGEVAP”, um dos principais problemas constatados na implementação do SINGREH é que a condução de processos decisórios acaba reproduzindo debates similares e disputas em todos os espaços, descaracterizando o funcionamento articulado e complementar do conjunto que deveria compor um Sistema.

Assim, é possível prever possíveis dificuldades na obtenção de consensos quando estiver em pauta o debate concreto sobre as prioridades de planos de bacia, na medida em que os universos e as referências que orientam os processos decisórios dos diferentes atores são bastante distintos: de um lado, usuários pagadores privilegiam preocupações a respeito de como internalizar externalidades ambientais em suas matrizes de custos de produção; de outro, organizações que militam na área do meio ambiente centram demandas na definição de metas de qualidade para os corpos hídricos, que nem sempre estão pautadas por condições viáveis de financiamento, no montante e nos prazos requeridos.

No contexto da implementação do Sistema CEIVAP-AGEVAP e, mais especificamente, no desígnio dos estudos relacionados ao Planejamento Institucional Estratégico, foi-se notando cada vez mais a importância dos debates sobre a divisão de trabalho e a condução de processos decisórios no âmbito do Comitê, das Câmaras Técnicas e da Agência da Bacia do Paraíba do Sul.

Mais do que isso, dada a extensão territorial, bem como a multiplicidade de situações sub-regionais e de unidades político-administrativas, uma outra dimensão relevante é colocada em debate: uma possível divisão de trabalho entre a gestão voltada à totalidade da bacia e as instâncias instaladas em bacias afluentes ou espaços sub-regionais.

Reconhecendo esses problemas, o sistema CEIVAP–AGEVAP procurou articular debates para tentar minimizar dificuldades como a confusão de limites jurisdicionais e operacionais que devem ser observados entre o CEIVAP e a AGEVAP e uma adequação da estrutura organizacional do CEIVAP e AGEVAP.

O CEIVAP, como Comitê de Bacia integrante do Sistema de Gestão, desempenha o papel de um organismo de Estado, no âmbito do qual são debatidas as prioridades, as políticas e as diretrizes de natureza estratégica, voltadas para a gestão integrada da bacia.

Dessa forma, a Missão do CEIVAP e de suas instâncias internas – secretaria, câmaras técnicas e grupos de trabalho – foi assim formulada: *O CEIVAP tem como missão agir como o espaço institucional de articulação entre as esferas federal, estadual e municipal de governo, e destas com usuários de recursos hídricos e representantes da sociedade civil, visando integrar iniciativas que promovam a conservação e a proteção das disponibilidades hídricas na área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.*

Em relação à Agência da Bacia, tendo as Missões do Sistema e do CEIVAP como referências, a Missão da AGEVAP foi assim formulada: *A missão da AGEVAP é prestar apoio técnico e operacional à gestão integrada dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, promovendo o planejamento, a execução e o acompanhamento de estudos, ações, programas e projetos determinados, de acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia e com as diretrizes, deliberações e recomendações dispostas pelo CEIVAP.*

Todos esses aspectos nos revelam os enormes desafios da implantação desse novo modelo de gerenciamento de recursos hídricos, já que o SINGREH é institucionalmente avançado e complexo, especialmente por ser integrado, descentralizado e participativo.

O abastecimento da RMRJ X O abastecimento dos municípios da BHPS

A transposição das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul para a bacia hidrográfica do rio Guandu é um dos mais importantes focos de conflito dentro da BHPS. Essa transposição teve origem na década de 50, quando a disponibilidade superava a demanda. Entretanto, nessas bacias, a demanda pela água aumentou muito nos últimos anos, por conta tanto do crescimento demográfico quanto do incremento das atividades econômicas. Um primeiro problema que pode ser observado na relação entre essas duas bacias é que a BHPS é federal, e a BH do rio Guandu é estadual.

A cobrança pelo uso da água aos usuários localizados na bacia do rio Guandu, que significa, nos cálculos feitos pela COPPE/UFRJ, um potencial arrecadável de R\$ 130 milhões anuais (Fundação COPPETEC, 2003), e a destinação dos recursos por ele gerados são o centro dessa questão. O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Guandu não concorda com o percentual a ser repassado para o CEIVAP e, além disso, deseja participar na definição dos critérios pelo CEIVAP de alocação dos recursos oriundos da cobrança.

O setor de abastecimento foi enormemente beneficiado pela transferência de recursos hídricos entre essas bacias com o objetivo de geração de energia, principalmente a região metropolitana do Rio de Janeiro, que não participou dos investimentos. Mas existem municípios, como Três Rios e Paraíba do Sul, que se abastecem das águas do rio Paraíba do Sul e estão a jusante do sistema de transposição. Portanto, em períodos de grande estiagem, surgem conflitos entre a geração de energia, o abastecimento da RMRJ, a manutenção de uma vazão mínima para o abastecimento das cidades a jusante e também ao mínimo para evitar danos ambientais ao rio Paraíba do Sul.

Problemas relacionados ao saneamento na bacia

Problemas relacionados ao saneamento básico também estão presentes neste espaço e merecem um olhar mais acurado, utilizando como base de dados o “Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos”, realizado pelo CEIVAP no âmbito do Plano de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PGRH) em relação ao esgotamento sanitário.

Esse relatório foi realizado por meio de visitas às empresas concessionárias de saneamento básico e informações da AGEVAP para vinte localidades

selecionadas por essa Agência com populações superiores a 15 mil habitantes (Juiz de Fora, Campos dos Goytacazes, Petrópolis/Cascatinha, Volta Redonda, Barra Mansa, Nova Friburgo/Cons. Paulino, Jacareí, São José dos Campos/Eugênio Melo, Teresópolis, Guaratinguetá, Resende/Agulhas Negras, Muriaé, Ubá, Cruzeiro, Itaperuna, Barra do Piraí, Três Rios, Cataguases, Valença e Aparecida). Para as demais localidades, os dados em relação ao esgotamento sanitário foram complementados com as informações obtidas no SNIS/2004 – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

Problemas relativos ao saneamento básico urbano, na bacia do rio Paraíba do Sul, são recorrentes em inúmeros municípios da bacia, conforme resultados globais (Tabela 1) e seu detalhamento, por estado (Tabela 2).

Resultado global do levantamento nos três estados	
População urbana total da bacia do Paraíba do Sul	5.232.714 hab.
População urbana das localidades visitadas (RJ + SP + MG)	4.307.204 hab.
Relação entre as populações urbanas visitadas e a total	82,3%
Índice de atendimento dos serviços de abastecimento de água	91,9%
Índice de atendimento dos serviços de coleta de esgoto	82,0%
Índice de tratamento do esgotamento sanitário	17,6%

Tabela 1
Problemas relativos ao saneamento básico urbano na bacia do rio Paraíba do Sul

Na Tabela 1 podemos notar que o serviço de abastecimento de água abarca 91,9% da população e 82,0% são atendidos pela coleta de esgoto. Mas o grande problema se localiza nos apenas 17,6% da população que têm seu esgoto sanitário tratado. O atendimento de uma região com sistema de

esgotamento sanitário só é completo quando há coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos produzidos. Esse esgoto coletado e não tratado vai, ou para os corpos hídricos, ou para o solo, comprometendo a qualidade tanto das águas superficiais quanto subterrâneas.

Situação de saneamento básico nas localidades visitadas, por estado			
Estados	SP	MG	RJ
Consumo médio <i>per capita</i> de água	297ℓ / hab. dia	200ℓ / hab. dia	250ℓ / hab. dia
Índice de abastecimento de água	94,6%	95,0%	88,1%
Índice de coleta de esgoto	89,9%	93,1%	69,6%
Índice de tratamento de esgoto	32,3%	12,0%	7,6%

Tabela 2
Problemas relativos ao saneamento básico urbano na bacia do rio Paraíba do Sul

Na Tabela 2 podemos notar que o estado do Rio de Janeiro tem os piores índices de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, entre os três estados componentes da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Cabe destacar que apenas 7,6% da população desses municípios fluminenses têm tratamento de esgoto, apesar de a coleta chegar a 69,6%. Mas São Paulo e Minas Gerais, com 32,3% e 12,0%, respectivamente, não estão em situação confortável em relação a esse tema.

Esse quadro mostra que essa bacia necessita de fortes investimentos no setor de abastecimento e saneamento básico. Mas cabe o questionamento sobre o que os órgãos gestores da bacia estão buscando fazer para solucionar esse problema. Para tanto, a ANA, o CEIVAP e a AGEVAP estão buscando investir o dinheiro arrecadado com a cobrança da água na bacia em melhorias e na ampliação do tratamento de esgotos. Como exemplo desse processo podemos citar a construção da estação de tratamento de esgoto Ano

Bom, localizada em Barra Mansa/RJ que vai beneficiar cerca de 39 mil pessoas. Boa parte dos recursos para a obra (R\$ 3.324.617,00 de um total de R\$ 4.424.617,00) são advindos da cobrança da água na bacia.

O diagnóstico analisou as capacidades atuais de cobertura dos serviços de água, por estado, em relação à população atual, bem como a necessidade de ampliação imediata e futura dos sistemas em relação às populações projetadas para os anos 2010 e 2020.

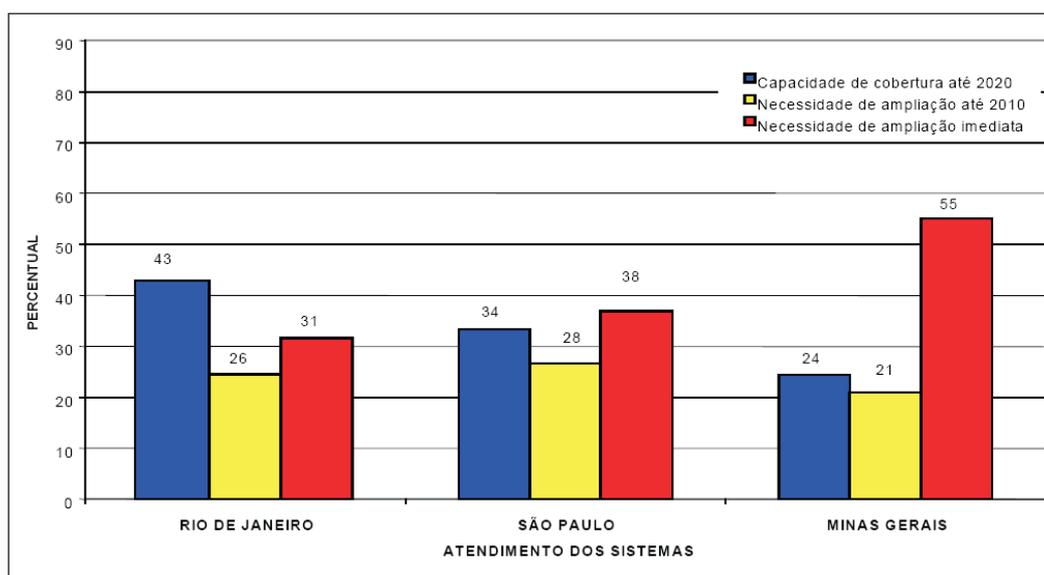


Gráfico 1
Percentual dos serviços de água quanto às capacidades de atendimento atual e necessidades de ampliação ao longo do tempo

Segundo o diagnóstico, as estimativas de demandas previstas para o ano 2020, nos três estados, indicam incremento necessário de aproximadamente $2,7\text{m}^3/\text{s}$ à capacidade de produção atual dos sistemas, da ordem de $17,7\text{m}^3/\text{s}$, significando acréscimo de 15,3% no consumo atual de água para o setor. Entretanto, os investimentos não devem se direcionar única e exclusivamente para a ampliação, melhoria ou implantação de novos sistemas, mas, sim, para o aperfeiçoamento tecnológico e gerencial das concessionárias.

Com relação ao esgotamento sanitário, as estimativas de lançamentos de cargas orgânicas, expressas em DBO, calculadas para o ano 2005, indicam que do total de 282,6 toneladas/dia, apenas 36,8 toneladas/dia são retiradas através de tratamento, restando carga remanescente da ordem de 246,0 toneladas/dia, lançada diretamente na bacia.

Devemos analisar também a situação atual da bacia no que se refere à disposição final dos resíduos

sólidos gerados na bacia do rio Paraíba do Sul, sejam eles de origem urbana, dos serviços de saúde ou, ainda, do parque industrial. Os dados foram adquiridos no Plano de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PGRH) de 2005. São considerados resíduos sólidos urbanos os lixos de origem doméstica, do pequeno comércio e, ainda, o produto da varrição dos logradouros públicos, da poda, da capina, da limpeza de córregos e outros que, em geral, têm a mesma disposição final.

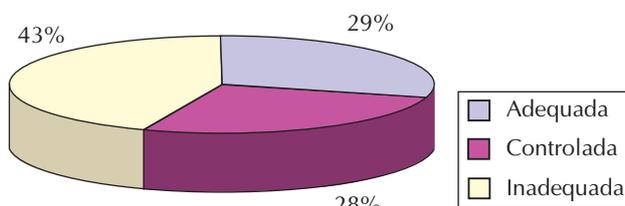


Gráfico 2
Disposição final dos resíduos urbanos sólidos na bacia do rio Paraíba do Sul

Os 66 municípios observados nessa etapa do PGRH respondem por cerca de 70% da população da bacia e neles são geradas, diariamente, cerca de 2.016t de resíduos sólidos urbanos. Extrapolando-se essa produção para a totalidade da população da bacia, chega-se a uma geração diária de resíduos na bacia do Paraíba do Sul da ordem de 2.940t. A análise das tabelas e da figura 2 mostra que do total do lixo gerado apenas 29% têm destinação adequada e 28% destinação controlada, sendo a maioria (43%) destinada a lixões ou outras formas inadequadas de disposição. Esses dados tornam essa situação no mínimo preocupante. É importante que os órgãos continuem investindo continuamente tanto em políticas ambientais preventivas quanto no tratamento do esgoto produzido na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil tinha, até a segunda metade da década de 90, uma organização puramente setorial no processo de gestão dos recursos hídricos. Desde então, avanços têm ocorrido de forma significativa nesses 10 anos, mesmo sem que se tenha ainda atingido a base necessária que permita amadurecer experiências de gestão descentralizada, de gerenciamento por bacia, de participação pública, de cobrança pelo uso da água, entre outros preceitos da sua de legislação de 1997. É importante salientar que esse é um processo ainda recente e em constante evolução e, portanto, apesar de todas as inovações na gestão dos recursos hídricos no Brasil, ainda podemos notar muitos problemas referentes a esse tema.

Os problemas são causados por múltiplos fatores, que vão desde o tipo de uso da água da bacia até a alocação dos recursos advindos da cobrança dentro das bacias. Entretanto os problemas que mais de destacam são os referentes aos aspectos federativos, pois a opção feita, no país, pelo uso das bacias hidrográficas como unidades de gestão se choca com sua estrutura federativa. Mas, de forma geral, podemos concluir que a adoção das bacias hidrográficas como unidade de gestão foi uma boa medida.

A Lei das Águas busca, através de seus princípios e instrumentos, uma maior participação da sociedade civil no processo de gestão da bacia hidrográfica. Nesse sentido, os comitês e as agências de bacia se mostram muito valiosos no processo de gestão, mas carecem de maior clareza em relação a seus atributos específicos.

Felizmente esses problemas têm sido percebidos pelos órgãos gestores, como o CEIVAP e a AGEVAP, que estão buscando soluções para essa falta de articulação, o que acende a esperança de melhorias contínuas no processo de gestão. Além disso, os principais problemas têm agora uma oportunidade de solução, se os recursos advindos pela cobrança pelo uso da água na bacia forem bem aplicados em áreas como o saneamento básico, controle de erosão e reflorestamento de mananciais.

A gestão descentralizada de bacias, conforme afirmam diversos pesquisadores, traz diversos benefícios para a sociedade. A busca por essa descentralização deve ser efetiva, e não apenas na legislação. Os conflitos entre os diversos tipos de usuários das águas das bacias são, de certa forma, inevitáveis. Numa bacia como a do rio Paraíba do Sul, em que a população vem crescendo e as atividades econômicas se incrementando, esses conflitos tendem a ganhar ainda mais destaque. Mas, em uma gestão efetivamente descentralizada, essas problemáticas podem ser superadas dentro dos comitês, pelos debates entre os próprios usuários. Os comitês, dentro dessa lógica, devem ganhar cada vez mais destaque, pois é nesse cenário que os atores do processo de gestão da bacia podem debater os problemas e resolver os conflitos.

Portanto, podemos concluir que na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul existem muitos problemas, mas esses problemas são perfeitamente solucionáveis se os órgãos gestores fizerem um esforço para tanto. Já houve um grande progresso em relação à gestão da bacia, mas com a maior participação dos usuários e a superação da sobreposição de funções dentro do processo de gestão a bacia do rio Paraíba do Sul poderá ser, efetivamente, um exemplo para as outras bacias do país.

Referências bibliográficas

ABRUCIO, F. L.; PÓ, Marcos Vinicius. Desenho e funcionamento dos mecanismos de controle e accountability das agências reguladoras brasileiras: semelhanças e diferenças. RAP. *Revista Brasileira de Administração Pública*, v.40, p.679-698, 2006.

- BARTH, F. T. Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: REBOUÇAS, Aldo Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (organizadores). *Águas Doces do Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação*. São Paulo: Escrituras Editora, 1999, cap.17, p.565-598.
- BARACHO JUNIOR, J. A. O. *O Pacto Federativo e o sistema de gerenciamento de recursos hídricos*. Debate. Oficina: Cobrança pelo uso da água – Fluxos de arrecadação e aplicação dos recursos, CTCOB/CNRH, Brasília, 2004.
- CAMARGO, A. Federalismo cooperativo e o princípio da subsidiariedade: notas sobre a experiência recente no Brasil e da Alemanha. In: Holmeister, W. e Carneiro, J.M.B. (orgs.). *Federalismo na Alemanha e no Brasil*. Fundação Konrad Adenauer, Série Debates, n.22, Vol.I, São Paulo, 2001.
- CAMPOS, J. D. *Desafios do gerenciamento dos recursos hídricos nas transferências naturais e artificiais envolvendo mudança de domínio hídrico*. Tese de doutorado, 2005. UFRJ.
- COSTA, Tanize Couto; PEDLOWSKI, M. A. *Um Estudo sobre os Impactos do Acidente Ambiental da 'Cataguazes de Papel' sobre as Comunidades de Pescadores do Delta do Rio Paraíba do Sul*. In: II ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 2004.
- COUTO, M. A. P.; SCHENINI, P. C.; SILVA, F. A. da. *Gestão de Bacias hidrográficas: Estudo de Caso em três Comitês de Bacia*. In: COBRAC 2006 – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis/SC. Anais do COBRAC 2006, 2006.
- CUÉLLAR, L. *As Agências Reguladoras e seu Poder Normativo*. São Paulo: Ed. Dialética, 2001.
- FEICHAS, S. A. Q. *Fatores que facilitam e que dificultam o funcionamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, 2002.
- FERREIRA JUNIOR, V. O. C. *O Pacto Federativo e o sistema de gerenciamento de recursos hídricos*. Debate. Oficina: Cobrança pelo uso da água – Fluxos de arrecadação e aplicação dos recursos, CTCOB/CNRH, Brasília, 2004.
- GARRIDO, J. R. O combate à seca e a gestão dos recursos hídricos no Brasil. In: Freitas, M.A.V. (org.). *O estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos*. Brasília: ANEEL, SRH/MMA, OMM, 1999, p.285-318.
- GODOY, M. A. *Indicadores de sustentabilidade ambiental para análise de transposições hídricas*. FSP/USP, São Paulo, 2000.
- IBAÑEZ, N. Globalização e saúde. In: DOWBOR, L.; IANNI, O.; RESENDE, P. E. A. (editores). *Desafios da globalização*. Petrópolis, Vozes, 1997, p.215-230.
- KELMAN. *Os responsáveis e os irresponsáveis*. O Globo/Opinião, ed. 11/04/2003, Rio de Janeiro, 2003.
- LANNA, A. E. L. *Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.
- LOBATO DA COSTA, F. J. *Estratégias de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil: Áreas de cooperação com o Banco Mundial*. 1ª ed., Banco Mundial, Brasília, 2003.
- NETO, A. M. *Desenvolvimento Regional em Crise: políticas econômicas liberais e restrições à intervenção estatal no Brasil dos anos 90*. Tese de doutorado, USP.
- OLIVEIRA, F. *A crise da federação: da oligarquia à globalização*. Seminário Internacional sobre Impasses e Perspectivas da Federação do Brasil. 8 a 10 de maio, São Paulo, 1995.
- PEREIRA L. C. B. *A reforma do Estado nos anos 90: lógica e mecanismos de controle*. Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado. Cadernos MARE da Reforma do Estado, v.1, 1997.
- PEREIRA, D.; FORMIGA-JOHNSON, R. M. Descentralização da gestão de recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. *REGA – Revista de Gestão de Água da América Latina*, Santiago, v.2, n.1, 2005, p.53-72.
- PIRES DO RIO, G. A.; EGLER, Claudio Antonio Gonçalves. *O novo mapa institucional: o papel das agências reguladoras na gestão do território*. In: V Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, 2003, Florianópolis. Anais do V Encontro Nacional da ANPEGE. São Paulo: ANPEGE, 2003.
- SANTANA, A. *O processo de agenciificação: pressupostos do modelo brasileiro e balanço da experiência*. Brasília, 2002. Disponível em: <www.gestaopublica.gov.br>.
- SANTOS, M. *Por uma outra globalização*. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- SOARES, J. B.: *Inovações institucionais para a gestão dos recursos hídricos no âmbito federal*. Tese de Doutorado, UFRJ, 2005.
- TOMANIK POMPEU, C. *Direito de águas no Brasil*. Office Aperfeiçoamento e Promoções S/C Ltda, Bauru, São Paulo, 2004.
- TUNDISI, J. G. Novas Perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos. *Dossiê Água*, n.70, jun.-ago./2006, p.24-35.
- VIEIRA, M. M. F.; SOUSA, A. T. S. *Barreiras a superar na gestão descentralizada, participativa e integrada das águas no Brasil*. Congresso Acadêmico sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro: Barreiras a superar na gestão descentralizada, participativa e integrada das águas no Brasil, 2004.
- VON RONDOW, C. S. Brasil: um país a caminho de uma Federação justa e equilibrada. *Jus Navigandi*, a.7, n.60, Teresina, novembro, 2002.

WANDERLEY, L. A.; LAGES, André Maia Gomes. *Novas estratégias de desenvolvimento regional: elementos para reflexão*. Bahia Análise & Dados, Salvador, v.14, n.3, 2004, p.463-471.

YOUNG, M. C. F. *Considerações sobre a implementação da Nova Política de Recursos Hídricos no Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, ENCE. 2003

Dados do autor

Yan Navarro da Fonseca Paixão (yannavaro@gmail.com), Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais, é Coordenador e Professor do Curso Superior de Tecnologia em Gestão do Turismo da UnEd Nova Friburgo do CEFET/RJ.

A Utilização do Georreferenciamento no Estudo da Violência Urbana

Angélica Oliveira Carvalho
Cristiano de Oliveira Moreira
Nathalia Gonçalves Gomes
Nívia Valença Barros

RESUMO: O presente artigo tem a intenção de discutir o processo da violência urbana e uma de suas representações mais visíveis, os homicídios, tendo como base para essa discussão o município de Macaé/RJ. Para uma melhor visualização desses agravos, estaremos utilizando e destacando a contribuição de uma nova ferramenta, a tecnologia do georreferenciamento como nova estratégia para o mapeamento da violência. Neste caso utilizaremos esse instrumento para referenciar as localidades onde o índice de criminalidade é maior no município. Este estudo nos possibilita traçar o perfil dessas comunidades, assim como os serviços públicos oferecidos e sua relação com os índices de mortalidade. Cabe ressaltar que se trata apenas de um breve levantamento de como o novo instrumento pode ser útil para a sociedade nos estudos da violência e na elaboração de diagnósticos locais para o desenvolvimento de novas ações de combate a esse tipo de criminalidade.

Palavras-chave: Violência Urbana; Geoprocessamento; Políticas Públicas; Tecnologia.

ABSTRACT: This article intends to discuss the process of urban violence and one of its most visible representations: the murders, based on this thread for the city of Macaé/RJ. For best viewing of these damages, we will be using and highlighting the contribution of a new tool, the technology of georeferencing, as a new strategy for the mapping of violence. In this case we will use this tool to reference the locations where the crime rate is higher in the city. This study allows us to define the profile of communities, as well as the public services offered and the relationship with mortality. It is noteworthy that this is only a short account of how this new tool can be useful to society in studies of violence and the development of local diagnostic for the development of new actions to combat this type of crime.

Keywords: Urban Violence; Georeferencing; Public Policy; Technology.

VIOLÊNCIA NA SOCIEDADE BRASILEIRA

O discurso da violência desenvolvido na atualidade não pode, e nem deve, se restringir aos acontecimentos e realidades propagados apenas pelos ideais do neoliberalismo, pois ela está presente desde o início da história. No curso dos tempos modernos, desde o período do descobrimento até a conquista do Novo Mundo, sempre foram observadas novas e renovadas formas e técnicas de violência, que possuem relação direta e indiretamente com o jogo das forças sociais, perpassando a dinâmica das formas de sociabilidade que se desenvolvem com o capitalismo, visto como modo de produção e processo civilizatório.

De acordo com Ianni (2004), o desenvolvimento da história do Mundo Moderno, desde seu descobrimento até a conquista do Novo Mundo, é uma história dos mais prosaicos e sofisticados meios e modos de violência, com os quais se forja e mutila a modernidade.

À medida que se desenvolvem a ciência e técnica, em seus usos crescentemente político-econômicos e socioculturais, desenvolvem-se as formas e técnicas da violência. À medida que se desenvolvem as forças produtivas e as relações de produção próprias do capitalismo, desenvolvem-se as diversidades e as desigualdades, as formas de alienação, técnicas de dominação e lutas pela emancipação. (Ianni, 2004)

Dessa forma, dizer que a violência hoje é pior ou maior que a dos séculos anteriores é complexo e relativo. Esta intensidade, esta diferenciação, só pode ser equacionada se analisarmos quais as formas de relações sociais de cada época e quais os jogos de força que prevalecem em cada caso.

O que hoje se verifica nas sociedades nacionais contemporâneas e nas alterações sofridas com a passagem do século XX ao século XXI é um

vasto cenário de violência. São diversas as formas de violência, antigas e recentes, conhecidas e desconhecidas, que se manifestam nessas sociedades. Os tipos de violência que se presenciavam, desde o sequestro e o narcotráfico à violência urbana e ao terrorismo do Estado, desde os conflitos étnicos religiosos, são representações das violências que se manifestam nas sociedades atuais.

Em meio a uma sociedade em que a desigualdade está tão presente e de forma brusca, as manifestações de violência apresentam uma relação estreita com a destruição do outro, do que se apresenta como diferente, estranho, *com o que busca a purificação da sociedade, o exorcismo de dilemas difíceis, a sublimação do absurdo embutido nas formas de sociabilidade e nos jogos das forças sociais* (Ianni, 2004).

Nessa relação de jogos de forças, de estabelecimento de diferenças no processo de construção da violência, desenvolve-se um tipo de violência que muitos não observam, até mesmo por estarem inseridos na dinâmica dessa construção. A violência institucionalizada desenvolve uma vigilância contínua sobre os trabalhadores, colocando-os como responsáveis no processo de competição na relação de oferta e demanda no mercado, disciplina rigorosa, praticamente militar, nos locais de trabalho: sentido é que a violência revela-se uma poderosa força produtiva.

Dessa forma, a atuação de um Estado considerado mínimo torna-se um grande aliado para as forças produtivas, pois funciona ao lado do capital, da tecnologia, força de trabalho, divisão do trabalho social, mercado e planejamento, como uma espécie de fortalecedor das relações de trabalho, com um legitimador desse processo de vigilância e exclusão.

A violência institucional, segundo Hassamer (1989), é originada da atuação das organizações públicas e privadas, através de suas instituições. Uma das faces mais perceptíveis da violência institucional é construída pela violência policial. Aliás, esse tipo de violência “é uma característica das instituições de controle social”.

Esse tipo de violência se vincula às relações de produção dominantes, apresentando-se sob as faces de violência econômica e econômico-financeira, “exercidas pelas classes economicamente fortes e politicamente dominantes” que atuam no comando do mercado de bens de consumo, da saúde, transporte,

educação, habitação etc. (Santos, 1984). A violência estrutural atua lentamente e de maneira difusa sobre suas vítimas. Tende a produzir uma distorção ideológica, apresentando-se como mero resultado lógico do modelo organizacional, político, administrativo e econômico adotado.

Ianni (2004) acredita que esse processo de violência que estamos vivendo na atualidade tem uma relação direta e indireta com o processo de globalização, urbanização, violência urbana, pois, à medida que a cidade se torna maior e mais complexa, apresentando suas diversidades e novas desigualdades, acomodações e tensões, hierarquias e contradições, modos de ser e estilos de vida, logo se multiplicam as tendências de integração e acomodação, assim como de fragmentação e conflito.

Dentro desse processo de definição da violência para além apenas da forma física, Michaud (2001) busca construir um conceito abrangente, marcando que podemos constatar violência quando, numa situação de interação, um ou vários atores adquirem posturas e comportamentos que, direta ou indiretamente, causam danos a uma ou várias pessoas, independente se em sua integridade física, integridade moral, em suas posses, ou em participações simbólicas ou culturais.

A violência é, antes de tudo, uma questão de agressões e de maus-tratos. Por isso a consideramos evidente: ela deixa marcas. No entanto, essa força assume sua qualificação de violência em função de normas definidas que variam muito. Desse ponto de vista, pode haver quase tantas formas de violência quantas forem as espécies de normas. (...) não se deve esquecer que a lei permite certas violências em condições bem definidas: no âmbito do esporte, da cirurgia, na manutenção da ordem. (Michaud, 2001)

A violência é também a exclusão, a privação e a injustiça, devendo ainda ser vista nos seus aspectos políticos e econômicos. As maiores vítimas são exatamente aquelas mais vulneráveis em virtude da situação física e psicológica, são os hipossuficientes que podem ser retratados nas figuras dos idosos e das crianças pobres.

Quando falamos da violência, inicialmente, a referência ou análise geralmente permanece centrada na violência física, especificamente nos seus aspectos e expressões comportamentais adjetivados pelo sistema criminal como delito, seja o mero vandalismo, seja o homicídio, assalto e estupro, etc.

As manifestações da violência estão longe de ser apenas um fenômeno de relevância concreta e expressa a olho nu, devendo ser estudadas não como um fator unicamente causado pela pobreza, pela miséria das grandes favelas – espaços onde se registram os maiores índices de criminalidade –, e sim por todo um processo que envolve um arsenal de artifícios, como a questão social, a cultura, a necessidade do poder e principalmente pela imposição da força sobre a vontade do outro. É preciso considerar as diferenças regionais e períodos da história ao analisar os dados que nos são apresentados no que se refere à violência.

De acordo com Minayo (1998), muitas vezes a violência não é percebida onde mais se manifesta: nas desigualdades sociais e culturais, na exclusão econômica e principalmente nos discursos ideológicos sobre o que é a violência. Essa naturalização acaba por criar e conservar a mitologia da não-violência dentro das relações sociais brasileiras.

O tipo de violência urbana que se presencia no Brasil é responsável pelos altos índices de morbimortalidade de jovens, atingindo, preferencialmente, homens na faixa etária de 15 a 35 anos das camadas mais pobres.

Quando nos reportamos a países da América Latina, pesquisas sobre o assunto desenham os contornos de uma realidade preocupante, pondo em relevo dados relativos aos custos sociais e econômicos da violência. Aproximadamente 140 mil pessoas são vítimas de homicídio a cada ano. A criminalidade violenta vitima pelo menos uma de cada três famílias do continente. Representa um custo líquido do PIB da região por volta de 12,1 % e, em termos totais, chega a 14,2%. A perda e a deterioração do capital humano decorrentes das mortes prematuras e incapacitação permanente equivalem a quase todo o investimento anual em educação primária. Considerando-se as perdas materiais em termos de segurança pública e privada e justiça, o valor alcança 3% do PIB.

Sobre os índices de mortalidade por causas externas e sua relação com a mortalidade no país, Camargo (2003) avalia que a média de vida do Brasil é de 64 anos para homens e 69 para mulheres, considerando que essa expectativa aumentou com as melhorias nas condições de saúde, numa relação diretamente proporcional, podendo ser citada assim a implantação do saneamento básico, as campanhas de vacinação e melhor atendimento médico-hospitalar à criança e gestante, e destaca: *o que se ganhou com o controle da mortalidade infantil e de doenças*

parasitárias, resultante do aumento da expectativa de vida média da população, está se perdendo com a violência, que vem sobrecarregando o sistema de saúde.

A ocorrência de mortes violentas nos espaços urbanos vem sendo associada a alguns fatores, como concentração populacional elevada, desigualdades na distribuição de riquezas, iniquidade na saúde, impessoalidade das relações, alta competição entre os indivíduos e grupos sociais, fácil acesso a armas de fogo, violência policial, abuso de álcool, impunidade, tráfico de drogas, estresse social, baixa renda familiar e formação de quadrilhas.

As relações entre violências e condições de vida não são unívocas nem lineares, o que tem levado a certo questionamento sobre os seus determinantes. Como adverte Soares (2003), *quem atribui o envolvimento com o crime a necessidades econômicas frequentemente esquece o papel que a cultura, os valores, as normas sociais e os símbolos desempenham. A auto-estima é tão importante para a sobrevivência humana quanto um prato de comida.*

Nesse contexto, verificamos que as representações sociais da população pobre como “classe perigosa” expressam a singularidade dos *espaços sociais* no processo de reprodução social, espaço onde a miséria e a ausência das garantias de cidadania são peculiares, acrescidas da negação dos padrões próprios culturais e das estratégias de sobrevivência desenvolvidas.

De acordo com o Datasus, sistema de informações do Ministério da Saúde, no ano de 2004, no município do Rio de Janeiro, ocorreram 5.757 óbitos por causas externas, com a taxa de 95,78/100.000 habitantes. Dentre esses, 58% foram por agressão, representando 3.340 óbitos, 85% dos quais atingindo homens na faixa etária de 15 a 35 anos.

Faz-se necessário ressaltar que para o Estado a violência urbana também representa dispêndios significativos, pois recursos que poderiam ser investidos na área de saúde, educação e saneamento básico são usados para financiar a infraestrutura penitenciária, como também os serviços de apoio às vítimas. O que observamos é que, além do não emprego desses recursos em políticas sociais, essa violência é responsável pelo descrédito da população em relação ao Estado, pois os altos índices e a recorrência de fatos causam uma sensação de impunidade ao cidadão.

Segundo Minayo (2007), com base em um levantamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), estima-se que 3,3% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro são gastos com custos diretos da violência; quando analisamos custos indiretos, transferência de recursos e as consequências para a produtividade do país, esse índice chega a 10,5%.

Para a Organização Mundial da Saúde – OMS (2005), no que se relaciona aos atendimentos na área de saúde, temos registros de um índice alarmante que chega a 40% dos recursos quando falamos de grandes centros e hospitais de emergência. Nestes, em capitais como Rio de Janeiro, São Paulo e Recife, cerca de 70% dos atendimentos são relacionados a ocorrências violentas como agressão física por arma de fogo, arma branca, homicídios, suicídios e acidentes de trânsito.

O SISTEMA DE GEORREFERENCIAMENTO

Os estudos ligados à violência urbana vêm evoluindo nas últimas décadas através de pesquisas que abordam temas diversos, abordagens que vão além da análise do fato isolado, utilizando pesquisas e estratégias interdisciplinares para estudar um fator que possui, como ação desencadeadora, diversos aspectos, tanto sociais como comportamentais.

Neste novo cenário de pesquisa encontramos o município como um ator importante para o desenvolvimento de ações de prevenção e repressão da violência. Toda essa relação do município com a violência envolve, hoje, adolescentes e jovens que estão inseridos num mercado de consumo e competição que exige cada vez mais o sucesso e o dinheiro como forma de reconhecimento social, indivíduos sujeitos a episódios violentos e à influência do tráfico de drogas em suas localidades de residência.

De acordo com o Sistema Único de Segurança Pública (SUSP)¹, o município tem um papel fundamental na atuação da prevenção da violência e criminalidade, que consiste na realização de ações que visem reduzir os fatores de risco e aumentar os de proteção que afetam a incidência do crime e da violência e seu impacto sobre os indivíduos, famílias, grupos e comunidade, especialmente em locais em que se detecte uma situação de vulnerabilidade social. Esta nova diretriz estipulada pelo SUSP apresenta-se como alternativa para a municipalização da segurança, assim como foi feito na saúde, educação e outras áreas, trazendo para perto da população decisões a serem

tomadas em relação à segurança pública local e políticas a serem desenvolvidas através da participação popular.

É importante ressaltar que a construção de uma política de segurança, de uma ferramenta que diminua ou controle a violência, deve vir perpassada por um viés de cidadania, e só será realmente concretizada se houver uma efetiva integralidade das ações de todas as áreas do governo e a participação popular, que trará para dentro da discussão as reais demandas de cada território, com suas especificidades e identidades.

Observamos nas pesquisas de georreferenciamento que, ao desenvolvermos estudos das localidades onde o índice de criminalidade é mais acentuado, estas, em sua maioria, são comunidades em que a disponibilidade de serviços públicos e privados é menor, e a população vive em situação de vulnerabilidade social, sendo esta expressão utilizada com sentidos muito diversos – mas geralmente define grupos e/ou sujeitos em situação de desvantagem social.

Entretanto, segundo Zucchetti (2003), pouco se tem discutido que vulnerabilidade é uma categoria que questiona o conjunto da sociedade. Por vivermos nessa relação, ficamos todos vulneráveis à crescente falta de cuidado a que todos estão submetidos.

Essas áreas de vulnerabilidade são apontadas por Santos (2005) como territórios que possuem aspectos diferenciados de acordo com a população que nelas residem, dando a esse território uma característica e uma identidade própria.

Há desigualdades sociais que são, em primeiro lugar, desigualdades territoriais, porque derivam do lugar onde cada qual se encontra. Seu tratamento não pode ser alheio às realidades territoriais. O cidadão é um indivíduo num lugar. A República somente será realmente democrática quando considerar todos os cidadãos como iguais, independente do lugar onde estejam. (Santos, 2005)

Os estudos mediante utilização de mapas, com o georreferenciamento para a compreensão de fenômenos sociais, de acordo com Beato (2008), originam-se de uma tradição centenária, nas ciências sociais, com estudos na França, onde se verificou que o crime possui um padrão característico ao longo das áreas geográficas.

O mesmo autor nos lembra que esse processo de identificação de criminalidade por áreas era feito

através de marcação com “alfinetes coloridos”; entretanto, este método não mais comporta a realidade tecnológica e nem criminal de nosso país. Hoje podemos, com tecnologia, relacionar eventos diversos numa mesma área e correlacionar os dados. A utilização do geoprocessamento abre a possibilidade de se aderir a novas técnicas de gestão da segurança pública, utilizando-a como ferramenta no cruzamento de dados e na elaboração de estratégias de ação.

Entretanto, encontramos alguns impasses na construção de um sistema de georreferenciamento que seja realmente eficaz, pois para isso seria necessária uma reestruturação organizacional em todas as instituições, dos setores que iriam alimentar o sistema. É preciso que as polícias estaduais e órgãos municipais tenham um protocolo que permita a alimentação regular do sistema de georreferenciamento para que este possa, não apenas alimentar dados estatísticos, mas também analisar e cruzar esses dados com o intuito de gerar informações tanto quantitativas como qualitativas.

O uso de mapas contribui muito nos estudos de violência, como nos apresentam Beato e Assunção:

A atratividade do uso de mapas está na facilidade de apresentação de dados e informações na forma de imagens que valem mais que palavras. A simples verificação de informações na forma de imagens nos permite uma compreensão mais fácil, apresentando, conseqüente-mente, melhor possibilidade de compartilhar informações. Essa propriedade é essencial para o desenvolvimento de projetos e programas de prevenção de criminalidade, pois mapas podem ser uma maneira fácil de conceber, visualizar e analisar um problema difícil. (2008, p.16)

O processo de georreferenciamento auxilia aos pesquisadores e analistas criminais a incorporação de aspectos e dimensões espaciais na análise dos fatores que identificam o processo criminal. Apesar do fornecimento de dados e informações, a real definição desses fatores é um grande agravante nas pesquisas, pois é difícil obter uma real resposta para a criminalidade através de uma visão espacial. O que verificamos, através de imagens e relação de dados e estudos sobre mapas de referenciamento da criminalidade, é que ela se situa principalmente em ambientes marcados pela desordem e degradação física, em ambientes onde a população se apresenta com maior carência de recursos financeiros e sociais.

Esse tipo de referência de criminalidade em áreas mais pobres reforça as representações sociais, o senso comum, fortalecido pelas divulgações, na mídia, da população pobre como “classe perigosa”. Essas representações expressam a singularidade dos *espaços sociais* no processo de reprodução social, espaço onde a miséria e a ausência das garantias de cidadania são peculiares, acrescidas da negação dos padrões próprios culturais e das estratégias de sobrevivência desenvolvidas.

Entretanto, não se pode associar esse fato à condição do pobre como reproduzidor da violência e da criminalidade no país.

Barros (2005), diante dessa questão, afirma

ser das mais perversas a associação de pobreza com violência. As noções das violências como derivadas diretamente da população pobre são amplamente divulgadas em nossa sociedade, num processo que constitui uma dupla violência: já punidas pelas violências geradas pela própria pobreza, as camadas pobres de nossa sociedade sofrem por serem consideradas classes perigosas.

Uma das experiências que hoje nos serve como referência dentro deste estudo foi desenvolvida em Chicago – o *Early Warning System Project* –, que desenvolve um sistema alimentado por: (i) fontes não policiais, tais como órgãos da administração pública que cuidam de parques, escolas, trânsito, habitações e prédios, etc.; (ii) fontes policiais, referentes às bases de dados sobre quadrilhas e gangues, serviço de inteligência, arquivos de homicídios, mapas diversos, tipos de crimes, dados de outros órgãos da justiça criminal; e (iii) grupos comunitários, produzindo informações resultantes de encontros formais e informais com a comunidade, informações recebidas de outras agências e associações de programas de prevenção. Segundo Harries (2001), esse tipo de estrutura visa integrar uma sucessão de informações em um sistema único que congrega as polícias com agências públicas e civis.

No que se refere ao Brasil, possuímos ainda uma estrutura precária no que diz respeito à disponibilização de informações para alimentação do sistema de georreferenciamento. Em alguns municípios que possuem o sistema, ainda poucos no país, não foi criado um protocolo, um conhecimento, ou mesmo a responsabilidade dos diversos setores municipais de alimentar o sistema. É preciso que seja desenvolvido

um projeto com estratégias em que os órgãos possam se integrar para possibilitar uma maior efetividade nos serviços.

No que se refere ao município de Macaé, situado na região Norte do estado do Rio de Janeiro, a estrutura de geoprocessamento e georreferenciamento vem enfrentando as dificuldades citadas; entretanto, estão em desenvolvimento ações que buscam reunir dados disponíveis para alimentação do sistema. O município ocupa, de acordo com o Mapa da Violência dos Municípios Brasileiros (2008), o 15º lugar na relação dos municípios mais violentos do país, numa relação de mortalidade por 100 mil habitantes, tendo uma taxa de homicídios de 85,9. Nesse contexto, a utilização do georreferenciamento se torna uma ferramenta essencial por ser capaz de, após o recebimento dos dados, gerar informações e situar geograficamente as áreas onde a intervenção municipal deve ser mais efetiva, seja através de projetos e programas sociais, ou mesmo, através da repressão policial, quando necessário.

CONCLUSÃO

As manifestações da violência vêm crescendo cada vez mais em nossa sociedade. Medidas e

estratégias vêm sendo desenvolvidas no intuito de minimizar os agravos deste fenômeno e, ainda, prevenir que ele se manifeste de forma ainda mais alarmante. A utilização de mapas orienta o pesquisador, o gestor local na tomada de decisões, ao reconhecer e identificar as características das áreas mais atingidas pela violência e que tipo de violência predomina em determinados territórios.

A união de ações e informações de setores diversos do governo, tanto municipal como estadual, pode servir como instrumento de criação de uma política de segurança que seja multidisciplinar e que, de fato, atenda às necessidades da população de nosso país. A construção de um banco de dados com informações das diversas áreas municipais é o que torna o georreferenciamento um instrumento importante, pois, ao se ter os índices de criminalidade de cada região, é extremamente importante que os dados sejam relacionados com o tipo de evento violento e ainda com os serviços que o município oferece à população, tais como saúde, educação, saneamento básico, oportunidades de acesso ao mercado de trabalho, pois estes são concebidos como fatores que influenciam no comportamento humano.

Nota

1. Criado no ano de 2001 juntamente com o Fundo Nacional de Segurança Pública, responsável pelos repasses de recursos para as Unidades Federativas desenvolverem ações de segurança pública.

Referências bibliográficas

BEATO, C.; ASSUNÇÃO, R. Sistemas de Informação Georreferenciados em segurança. In: BEATO, C. (org.). *Compreendendo e avaliando: projetos de segurança pública*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

BEATO, C. (org.). *Compreendendo e avaliando: projetos de segurança pública*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

CAMARGO, A. B. M. *A relação da mortalidade e as causas externas no país*. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública, USP. São Paulo, 2003.

HARRIES, K. *Mapeamento da criminalidade*. 2001. Disponível em www.crisp.ufmg.br. Acesso em 24/07/2008.

MICHAUD, Y.; GARCIA, L. *A violência*. Ed. Ática, 2001.

MINAYO, M. C. S. *Análise diagnóstica da política nacional de saúde para redução de acidentes e violências*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2007.

_____. Violência e Saúde como campo interdisciplinar de ação coletiva. *História, Ciência, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, Vol. IV, n.03, pp.513-531, 1998.

OMS, Organização Mundial de Saúde. *Os custos da violência para Saúde Pública*. Brasil, 2005: www.ministeriodasaude.gov.br. Acessado em 12/03/2008.

SANTOS, M. *O Espaço do Cidadão*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

SOARES, L. E. Novas Políticas de Segurança Pública: alguns exemplos recentes. *Jus Navigandi*, Teresina, ano 7, n.65, maio, 2003.

ZUCCHETTI, Dinorá Tereza. *Jovens: a educação, o cuidado e o trabalho como éticas de ser e estar no mundo*. Novo Hamburgo: Feevale, 2003.

Dados dos autores

Angélica Oliveira Carvalho (angelica.oliveira@ymail.com), assistente social da Prefeitura Municipal de Macaé, é mestranda em Política Social (UFF).

Cristiano de Oliveira Moreira (crisriodejaneiro@yahoo.com.br), professor do Centro Universitário Celso Lisboa, é mestre em Política Social.

Natalia Gonçalves Gomes (ngomes@cefet-rj.br), do CEFET/RJ, é mestre em Política Social (UFF).

Nívia Valença Barros (barros.nivia@gmail.com), professora da Universidade Federal Fluminense, é doutora em História.

Agricultura de Precisão: A Tecnologia da Informação em Suporte ao Conhecimento Agrônômico Clássico

Ronaldo Pereira de Oliveira

RESUMO: A Agricultura de Precisão (AP) faz uso da informação espacial e temporal para melhor quantificar a variação nos processos de produção agrícola e refinar o manejo quando necessário. A adoção dessa tecnologia baseia-se no uso intensivo da informação do campo para melhorar a eficiência na aplicação de recursos e requisita que seus benefícios no mínimo recuperem os investimentos para monitoramento e uso da informação. Objetivando um melhor entendimento e difusão dos conceitos e aplicações da AP, este artigo apresenta um sumário dos componentes do manejo específico e localizado da produção, também identificando os atuais entraves e tendências futuras como soluções em suporte à decisão mais efetiva e diretamente acessível para os agricultores. Até o presente, o aspecto de controle contábil da produção tem substanciado os benefícios tecnológicos, mas muitas expectativas ainda não se concretizaram devido à dificuldade encontrada em converter a informação quantitativa em métricas econômicas. Entretanto, o real benefício pendente é a formulação de critérios robustos e otimizados que permitam quantificar os impactos ambientais e sociais.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão; Variação Espaço-Temporal; Zonas de Manejo; Manejo com Taxa Variada de Insumos.

ABSTRACT: Precision Agriculture (PA) uses the spatial and temporal information to improve the quantification of variability in production processes and to refine management responses if necessary. The use of such an information-intensive system to improve the efficiency of resource-use requires that benefits at least match the costs of gathering and using the information. Aiming for a better understanding and a wider spread of the applied PA technology, this work briefly describes main concepts and components of site-specific crop management processes, also identifying current bottle-necks and new trends towards decision support solutions that are more effective and directly available to farmers. At present, the substantiation of these technological benefits remains a financial accounting process and many of the potential benefits described are overlooked because they are difficult to quantify on the 'money-metric'. The real requirement however is a well-constructed quantitative formulation of optimization criteria for cropping management decisions that includes environmental and social impact.

Keywords: Precision Agriculture; Spatial-Temporal Variation; Management Zones; Variable Rate Application.

INTRODUÇÃO

Em recente painel internacional sobre os padrões de consumo de fertilizantes e a produção de alimentos, uma forte discussão entre técnicos, empresários e associações de produtores tratou da possibilidade de existir, no Brasil, um “apagão de fertilizantes” que pudesse causar aumento nos preços dos alimentos. Dados da indústria e de produtores de grãos apontavam uma completa dependência de importação (90% da demanda interna) e um enorme desperdício no uso de fertilizantes (70% do consumido sem chegar até a planta). Diante de reajustes superiores a 100% na safra 2008-09 e uma baixíssima eficiência (inferior a 30%) na aplicação de fertilizantes, uma potencial solução em pauta foi a adoção da Agricultura de Precisão (AP). Tornou-se, entretanto, evidente que o pleno entendimento sobre os componentes dessa

nova tecnologia agrícola ainda não está diretamente acessível a todos os segmentos do agronegócio e muito menos ao público em geral.

Neste artigo busca-se formalizar e difundir os conceitos básicos da AP mediante uma síntese abrangente de seus componentes mais comuns e reconhecidos pela comunidade científica, que há mais de 15 anos vem trabalhando na área.

Historicamente, os sistemas de produção agrícola muito se beneficiaram com a incorporação de novas tecnologias nas ações operacionais da produção. Dessa maneira, o manejo agrônômico do campo para a produção de alimentos adaptou-se gradualmente aos avanços tecnológicos promovidos por outras áreas do conhecimento. A

revolução industrial promoveu a mecanização e a produção dos fertilizantes sintéticos. Novas evoluções tecnológicas promoveram o subsequente uso da engenharia genética e da automação no melhoramento de grãos, gerando novas variedades de plantas mais adaptadas aos fatores básicos da produção (fertilidade dos solos e variações climáticas) e resistentes a infestações.

A conseqüente conjugação dessas técnicas, sob o foco de promover em curto prazo um incremento estrondoso na produção de grãos, pode aparentemente solucionar o problema da fome mundial por poucas décadas. Entretanto, hoje é fato reconhecido que esse período caracterizado pela denominada Revolução Verde (RV) culminou em conseqüentes danos ambientais e sérios desequilíbrios sociais, que, se passíveis de mitigação, somente serão remediados em longo prazo.

Mais recentemente, a adoção de novas soluções tecnológicas busca uma maior eficiência da produção agrícola em que, além das pressões impostas pela oscilação de preços no mercado globalizado e pela crescente demanda de alimentos, as preocupações em minimizar os impactos ambientais e viabilizar uma agricultura familiar sustentável estão presentes. Nesse sentido, duas áreas aplicadas do conhecimento agrônomo encontram-se em pleno desenvolvimento: (i) técnicas de manejo diferenciado preconizadas pela AP; e (ii) organismos geneticamente modificados (OGM).

Apesar de o foco na eficiência sustentável da produção ser um ponto comum a essas promissoras linhas de pesquisa, a reconhecida Revolução Genética (RG) contempla sérios questionamentos éticos quanto a possíveis impactos adversos ao meio ambiente e ao consumo humano, em contraposição aos potenciais ganhos na produção agrícola e no suprimento energético mais balanceado em nutrientes (Garrido e Garrido, 2007). Adicionalmente, a RG não aponta, por si só, soluções em que o manejo homogêneo de monoculturas extensivas sob mecanização intensiva potencializa uma ineficiente aplicação de insumos (fertilizantes e pesticidas), podendo comprometer a rentabilidade da produção diante do constante aumento nos preços de fertilizantes e pesticidas.

Em uma abordagem mais alinhada com o conhecimento agrônomo clássico (Smith, 1938; Balastreire, 1996), a Agricultura de Precisão tem como base factual a variabilidade espaço-temporal da produção agrícola. Sem considerar a introdução de

organismos inovadores, ainda não completamente compreendida, as técnicas de AP resgatam um conhecimento agrônomo fundamental que considera a significativa variação no tamanho e na qualidade das plantas por zonas no interior de um único talhão de cultivo. Esse princípio evoluiu por séculos anteriores à Revolução Industrial, quando fazendas de menor porte e com base na produção familiar permitiam que o fazendeiro pudesse variar manualmente a aplicação de insumos planta a planta. Como resultado da RV, verificou-se um aumento exponencial no tamanho das fazendas e no uso de mecanização intensiva. Com o rápido aumento na escala de produção, tornou-se cada vez mais difícil para o agricultor poder considerar a variação interna nos grandes talhões, sem que para tal ocorresse um desenvolvimento revolucionário da tecnologia na captação, gerência e uso da informação geograficamente referenciada (Whelan *et al.*, 1997).

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

As tecnologias de AP estão embasadas em soluções inovadoras de instrumentação agrícola, gerência da informação e indicadores de produção para suporte à decisão quanto ao tipo de manejo mais apropriado e eficiente. Em uma combinação sistêmica e multidisciplinar, a AP envolve os conceitos agrônômicos e os processos de gerenciamento operacional estabelecidos (Luchiari Júnior *et al.*, 1997), bem como fomenta o aperfeiçoamento do conhecimento agrônomo. Esse sistema de produção agrícola propõe um manejo integrado das culturas por zonas de manejo diferenciado, fazendo uso de informações e tecnologias que propiciam a caracterização e a análise quantitativa da variabilidade espacial e temporal dos fatores determinantes do rendimento do cultivo e suportam decisões gerenciais e operacionais quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção.

Em termos práticos, todo o aparato tecnológico denominado AP é parte de um sistema integrado e cíclico para o manejo agrônomo da cultura por zonas específicas (SSCM – Site-Specific Crop Management). Este envolve uma etapa que contempla um conjunto de sistemas para posicionamento e mapeamento digital orientando a captação de dados oriundos de sensores e imagens de alta resolução que permitem monitorar e quantificar os principais parâmetros da produção agrícola com alta precisão espacial. Complementarmente, as diferentes camadas de informação, acervo histórico das diferentes safras, são analisadas e

interpretadas quantitativamente por intermédio de sistemas de modelagem espaço-temporal, simuladores do crescimento de plantas e correlações entre os parâmetros da produção (clima, solo, planta, relevo, irrigação, insetos, etc.). Na etapa final do ciclo, obtêm-se indicadores quantitativos da variação no rendimento final da produção e na oportuna distribuição espacial e temporal dessa variação, possibilitadores de uma intervenção localizada e eficiente no gerenciamento dos insumos em safras futuras.

Para tal fim, o SSCM faz uso intenso do GPS (Sistema de Posicionamento Global), do GIS (Sistema de Informações Geográficas), da Mecatrônica (robótica de campo e sensores para medidas ou detecção de parâmetros da produção e de métodos quantitativos). Segundo Whelan (1998), este ciclo pode ser caracterizado por quatro componentes genéricos:

- Monitoramento de atributos determinantes do rendimento da cultura;
- Caracterização e interpretação das correlações entre os fatores preponderantes no crescimento da cultura e as potenciais causas das variabilidades, analisando quantitativamente seus efeitos na produtividade final;
- Planejamento, decisão e controle do manejo integrado e eficiente para que níveis de produtividade preestabelecidos sejam obtidos;
- Aplicação localizada de taxas variadas de insumos em tempos específicos.

No presente estado da arte, esse novo sistema de manejo, caracterizado pelo uso intensivo da informação, tem seus componentes básicos em diferentes estágios de desenvolvimento e implantação. De fato, tal desequilíbrio é caracterizado por um maior avanço das etapas de monitoração e ação diferenciada, as quais se encontram em fase de maturação comercial e são fortemente embasadas em soluções da mecatrônica aplicada ao campo (robótica autônoma, sensores remotos e de proximidade, monitoramento à distância, etc.). Em contraste, os componentes relativos à interpretação e ao suporte à decisão encontram-se em fases incipientes de desenvolvimento.

Nesse cenário, os sistemas de suporte à decisão são frequentemente apontados entre os principais desafios da AP para oferecer ferramentas e métodos de análise mais acessíveis aos agricultores. A falta de soluções que possam orientar as decisões quanto ao manejo mais eficiente tem sido sugerida como potencial inibidor de uma ampla adoção das tecnologias de AP (McBratney et al., 2005).

O volumoso acervo de informações dinamicamente monitorado muitas vezes resulta em sobrecarga de dados, o que se torna difícil de gerenciar e comumente propicia paradoxos de escolha durante os processos decisórios sobre o manejo mais eficiente. Como resultado, parte desse acervo fica subutilizada e segmentada em computadores pessoais. Portanto, os sistemas dedicados ao suporte à decisão agrônômica necessitam contemplar meios de facilitar a interpretação integrada das informações geradas por plataformas com múltiplos sensores, mediante um amplo entendimento das implicações e causas da variabilidade espaço-temporal, maximizando os benefícios econômicos, ambientais e sociais obtidos na gerência do agronegócio (McCown *et al.*, 2006).

Essa constatação tem definido a requisição de novas metodologias de análise das correlações entre as diversas variações na produtividade final e seus fatores determinantes (parâmetros físico-químicos e biológicos das relações solo-água-planta). Novos desenvolvimentos consideram a integração da informação detalhada com os processos de produção em suporte ao incremento do conhecimento agrônômico que possa contribuir na formulação de estratégias de manejo eficientes e tangíveis.

IMPACTOS SOCIAIS ASSOCIADOS À AGRICULTURA DE PRECISÃO

De uma maneira genérica, a Agricultura de Precisão incorpora conceitos comuns aos preconizados para uma sustentabilidade agrícola, potencialmente fomentando impactos econômicos, ambientais e sociais positivos para o agronegócio. Mais especificamente, as aplicações da AP visam a uma estimativa dos potenciais benefícios financeiros obtidos pelos agricultores, em função da aplicação de insumos conforme as doses requeridas por diferentes localidades de um único talhão. Tal técnica presta-se também ao dimensionamento da magnitude do potencial desperdício de insumos no caso da aplicação homogênea de fertilizantes, quando desconsiderado o uso das informações sobre as variações no sistema de produção. Visando a um domínio mais abrangente na utilização da AP, a real demanda permeia a formulação e a sistematização de critérios quantitativos bem estruturados que orientem a otimização do manejo das culturas segundo as perspectivas de seus impactos ambientais e sociais.

Até o presente estágio de desenvolvimento da tecnologia, a adoção da AP vem sendo principalmente

estimulada pela avaliação do retorno econômico, essencialmente promovido pela eficiência na aplicação diferenciada de insumos. Entretanto, a tecnologia deve ser entendida como um sistema de produção agropecuária que integra a informação dentro de uma visão holística da produção. Dessa forma, a AP visa ao incremento simultâneo da eficiência no manejo da produção, do aprendizado na gestão do conhecimento agrônomo e, em longo prazo, o lucro das propriedades rurais mediante uma gradativa minimização dos impactos indesejáveis no meio ambiente e na vida selvagem.

Ensaios científicos em propriedades produtivas estimam uma rentabilidade no uso da tecnologia da ordem de trinta dólares por hectare (US\$30.00/ha), quando considerada a redução no desperdício na aplicação de fertilizantes. Outros estudos específicos indicam ganhos líquidos em dólares por acres de: US\$48.25/A no uso de Nitrogênio no cultivo de beterraba; US\$5.00/A no uso de Calcário para fins de correção da fertilidade do solo; e US\$7.00/A no uso de inseticidas para o combate de ervas daninhas. Entretanto, esse tipo de benefício econômico é difícil de ser caracterizado, uma vez que a conversão das informações monitoradas em métricas financeiras nem sempre é fácil de ser estabelecida. Como comprovação disto, uma grande variação na rentabilidade anual das fazendas pode ser observada nos relatos de agricultores comerciais de grãos que investiram em AP nos últimos dez anos. Essas variações oscilam entre US\$11 a US\$48 por hectare, nos Estados Unidos, e de US\$9 a US\$33 por hectare, em regiões da Austrália.

No Brasil, vários fatores sugerem uma adoção relativamente lenta e heterogênea (Lowenberg-DeBoer and Griffin, 2006), como na verdade vem ocorrendo no resto do mundo. Entre os fatores preponderantes da limitada adoção da tecnologia no país destacam-se: mão de obra barata, número limitado de computadores em fazendas; altas taxas de importação para equipamentos de última geração; suporte técnico insuficiente e despreparado; baixo valor de mercado dos produtos agrícolas; baixa escala de produção na maioria das fazendas; e o preço relativamente baixo das terras.

Em termos simples, os benefícios potenciais da AP são o aumento na quantidade e na qualidade dos produtos e a melhoria na gestão dos recursos naturais, mediante o uso eficiente de insumos. Apesar de propor uma solução altamente tecnificada e ainda pouco acessível à maioria dos sistemas produtivos da agricultura familiar, a AP basicamente potencializa o

aumento na produção e no valor energético dos grãos, mediante um manejo específico e localizado na aplicação de insumos. Esse manejo mais eficiente propicia um rendimento da cultura que tende a atingir os níveis máximos da capacidade produtiva dos talhões, muitas vezes incrementando a média da produtividade de grãos de duas toneladas por hectare (2,5 t/ha) para até oito (8t/ha), no caso do trigo. Segundo estimativas da UNEP (United Nations Environmental Programme), até 25% da produção mundial de alimentos pode estar ameaçada no decorrer deste século, como resultado da escassez de água, pragas mais agressivas e resistentes aos pesticidas, e avançada degradação dos solos (UNEP, 2009). Nesse sentido, uma contribuição social significativa pode ser atribuída como consequência das tecnologias de AP, se considerado o desafio de aumentar a produção de alimentos em resposta às demandas de uma crescente população e de uma redução da degradação ambiental.

A VARIABILIDADE COMO INDICADOR DA OPORTUNIDADE DE ADOÇÃO

Por definição, a oportunidade na adoção das tecnologias de AP está diretamente relacionada ao grau de variação espacial observada no campo, fator determinante na seleção dos talhões da fazenda onde não se justificariam os investimentos necessários para um manejo localizado. Isto significa que, para um talhão de variabilidade inexpressiva onde os fatores que significativamente influenciam a produção agrícola variam em longas distâncias ou, inversamente, variam de forma muito aleatória e espacialmente desordenada, o uso de equipamentos específicos para o tratamento variado e localizado ainda não se torna oportuno no atual estágio de desenvolvimento da tecnologia. Neste caso, fica aconselhada a manutenção das atuais técnicas de aplicação homogênea de insumos por toda a área do talhão.

Outro aspecto da variabilidade espacial da produção, que somente pode ser observado mediante o monitoramento intensivo do campo, é que os padrões de variação de um mesmo talhão podem se alterar e/ou se alternar no tempo. Isto é, no interior de um talhão específico, áreas caracterizadas como de alta produtividade em uma safra podem apresentar um baixo rendimento na safra subsequente, ainda que sob o mesmo cultivo. Neste caso, o grau de variação temporal torna-se também determinante na oportunidade de adoção da tecnologia, visto que uma boa oportunidade de adoção indicada por uma safra de variabilidade espacial significativa e estruturada pode

ser comprometida se ao longo do tempo esse diagnóstico não for relativamente constante.

Um breve resumo das principais variações observadas no campo, pertinentes aos fatores que mais diretamente influenciam o rendimento final da produção agrícola, pode ser caracterizado conforme sugerido por Zang et al. (2002):

- **Varição na produtividade** – indicada por sensores de quantidade e qualidade de grãos (teor de proteínas) e o acervo histórico (variação temporal) de mapas digitais que mostram a estrutura de distribuição da produtividade (variação espacial);
- **Varição no campo** – indicada pela topografia do talhão (elevação, declividade, tamanho de pendente, etc.), parâmetros climáticos (precipitação, temperatura, insolação, etc.), uso de terraceamento, proximidade de cercas, corpos d'água e drenagens;
- **Varição no solo** – indicada pela fertilidade do solo (N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, Zn e Cu), propriedades físicas (textura, densidade, condutividade elétrica, capacidade de campo, etc.), propriedades químicas (pH, teor de matéria orgânica, salinidade e CEC), capacidade de retenção de água, condutividade hidráulica e profundidade;
- **Varição no cultivo** – indicada pela densidade de plantio, altura da planta, deficiência de nutrientes e de água, área foliar, teor de clorofila, biomassa, quantidade de proteína nos grãos, evapotranspiração e radiação fotossintética;
- **Varição anômala** – indicada por infestações (patológicas, de ervas daninhas, de insetos e de nematóides) e ocorrências de fenômenos naturais (inundações, veranicos, geadas, granizo e vendavais); e
- **Varição no manejo** – indicada por práticas operacionais (aração, variedades híbridas, taxa de semeadura, rotação de culturas, tipo de aplicação de insumos e sistema de irrigação).

Entre os tipos de variação aqui detalhados, o monitoramento e a interpretação da variação da produtividade são comumente considerados fator preponderante na tomada de decisão no processo de adoção da AP. Outro parâmetro, considerado economicamente vital, é a disponibilidade de nitrogênio (N) no solo. Devido ao caráter dinâmico da interação entre todas essas variáveis, diversos estudos apontam para um monitoramento mínimo por três anos, para que conclusões mais concretas possam ser geradas com base nos aspectos espacial e temporal das variações. De fato, a maioria desses fatores naturalmente incorpora os dois aspectos em suas

variações: umas podem apresentar uma intensa mudança na distribuição espacial ao longo de uma única safra, como no caso das ervas daninhas, ou ter um aspecto basicamente temporal, como no exemplo dos parâmetros climáticos.

TECNOLOGIAS DE MONITORAÇÃO E CONTROLE

Representando a porção mais desenvolvida da tecnologia, as inovações em equipamentos de monitoração e controle têm sua aplicação mais diretamente relacionada ao manejo operacional da produção por máquinas e instrumentação agrícola (plantio, colheita e aplicação de insumos). Muitas vezes introduzidos ou adaptados de tecnologias oriundas de outras áreas da engenharia, sensores (remotos ou de proximidade) e controladores comumente utilizam elementos da mecatrônica, robótica autônoma, análise de imagens, posicionamento geográfico e comunicação sem fio para fins de propiciar uma amostragem do sistema produtivo que vem sendo denominada como "on-the-go", isto é, de maneira dinâmica no tempo (tempo real) e contínua no espaço. Esses dispositivos estão sendo desenvolvidos para equipar veículos agrícolas, dando suporte à densa escala de amostragem necessária para a precisão exigida pelas novas práticas agrícolas.

Em fase madura de desenvolvimento, a nova geração de instrumentação agrícola já oferece uma estrutura comercial bastante estruturada no que se refere à leitura automática e armazenamento dos dados monitorados. Em contraste, as etapas subseqüentes no ciclo de implementação da tecnologia (SSCM), referentes à gerência da informação e do conhecimento, são reconhecidas como o atual entrave para pleno desenvolvimento e ampla disseminação da AP (McBratney *et al.*, 2005). A atual demanda por uma gerência mais efetiva da informação está diretamente ligada a uma melhor sistematização e automação dos sistemas computacionais que dão suporte aos componentes de caracterização, interpretação, planejamento e decisão. Adicionalmente, essas questões são dependentes do incremento do conhecimento agrônomo na geração de novos métodos de análise, conforme se detalha na próxima seção.

Uma síntese dos principais tipos de sensores e controladores utilizados na AP é apresentada, incluindo equipamentos comerciais e em desenvolvimento. Essa tecnologia é adicionada como acessórios da tradicional maquinaria agrícola (planta-deiras, colheitadeiras e pulverizadores):

- **Sensores da produtividade de grãos** – quantificam parâmetros do produto, tais como massa, conteúdo de açúcar, óleo e proteínas, em função da área colhida (ópticos, por fluxo de massa e pesagem);
- **Sensores de campo** – permitem a localização precisa dentro do talhão e medição de valores altimétricos (GPS, DGPS, RTK);
- **Sensores das propriedades de solo** – quantificam atributos como conteúdo de matéria orgânica, pH, capacidade de troca catiônica, textura, umidade, nutrientes e contaminações (espectrômetros de infravermelho, indução elétrica – Veris – e eletromagnética – EMI);
- **Sensores de cultivo** – quantificam o grau de desenvolvimento das plantas (ópticos, espectrais, infravermelho, laser e radares);
- **Controladores de aplicação variável** – possibilitam dosagens adequadas conforme a localidade específica no talhão (irrigação diferenciada, pulverizadores, etc.);
- **Sistemas de autodirecionamento** – conferem maior precisão e constância no traçado do maquinário, também possibilitando operações noturnas (tratores autoguiados, desvio automático de obstáculos, etc.);
- **Colheitadeiras autônomas** – possibilitam maior rapidez e mecanização sem danos na colheita (grãos em geral, cana de açúcar, café, algodão, tomate, morango, banana, uva, etc.);
- **Outros sensores e controladores óticos e mecânicos** na detecção e combate de pragas, infestações, ervas daninhas, etc.

Novas plataformas multissensores vêm se desenvolvendo rapidamente e proliferando comercialmente. Porém, problemas no pleno estabelecimento de normas, protocolos e padrões na comunicação de dados e na gerência da informação têm muitas vezes frustrado a expectativa dos agricultores que já fizeram seu primeiro investimento na AP. Outra questão no cenário agrícola é a usual dificuldade no manuseio de computadores dedicados, softwares de difícil interface, modelos numéricos complexos e diversos formatos de dados.

DEMANDAS POR GERÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Historicamente, o gerenciamento dos sistemas de produção agrícola se confronta com o desafio de ponderar decisões estratégicas e operacionais que consideram o balanço apropriado entre o uso dos conhecimentos tácitos sobre as requisições do cultivo e o das novas tecnologias aplicadas ao campo. Em contraste ao apelo sustentável que suportam as técnicas de AP, o nível de adoção da tecnologia apresenta-se

bastante abaixo das expectativas iniciais. A inexistência de sistemas que permitam um acesso amplo e facilitado aos diferentes métodos de análise e planejamento eficientes agrava a demora na determinação de protocolos técnico-científicos convincentes. Muitos agricultores demonstram grande incerteza quanto ao risco econômico envolvido em um tipo de manejo que requer significativo aporte de investimentos na fase de implantação, mediante estimativa de cinco anos, em média, para o retorno do capital aplicado.

Informação técnica é elemento-chave em todo processo de inovação em pesquisa do setor agropecuário, o qual se defronta com os desafios da Gestão da Informação (GI) que são comuns a outras indústrias (Palmieri and Rivas, 2007). Entre esses desafios está a necessidade de incorporar o conhecimento tácito e científico no planejamento e execução dos processos de produção. O manejo orientado pela geração intensiva de dados tornou evidente que o ganho na produção de grãos pode variar abruptamente, em alguns casos em poucos metros, e que o formato e a distribuição espacial dessa variação podem mudar significativamente ao longo do tempo. Entretanto, o uso efetivo da informação monitorada tem sido uma grande questão no desenvolvimento pleno da AP. Desafio para o qual a pesquisa agrônômica precisa direcionar esforços na busca de um entendimento aperfeiçoado das causas e dos potenciais tratamentos para o manejo apropriado da variabilidade observada na produtividade final dos diferentes sistemas de plantio.

O ESTADO DA ARTE NO BRASIL E NO MUNDO

A Agricultura de Precisão tem origem em propostas de uma densa e detalhada rede de amostragem dos solos nos Estados Unidos da América (EUA). Mas uma nova geração de conceitos no desenvolvimento da tecnologia caracterizou-se na Europa e na Austrália, na perspectiva de sua aplicação prática, envolvendo, hoje, países como EUA, Inglaterra, Austrália, Alemanha, Dinamarca, França, Itália, Argentina, Brasil, China, Japão e Coréia.

No mundo, o movimento de adoção não tem sido muito intenso por razões diversas, que podem ser generalizadas nas seguintes barreiras e causas:

- **Falta de efetivos e acessíveis sistemas de suporte à decisão** – sobrecarga de dados na gerência da fazenda e grande investimento de tempo no aprendizado e manutenção de muitos equipamentos e softwares;

- **Falta de racionalização das estratégias eficientes de manejo** – inexistência de evidências científicas sobre os benefícios preconizados na AP;
- **Falta de aprimoramento nos equipamentos** – alto custo e manuseio dificultado, que interfere nas operações de campo; e
- **Falta de difusão e transferência das tecnologias da AP** – limitado número de profissionais especializados e programas educacionais que envolvam pesquisadores, extensionistas, técnicos agrícolas, consultores e agricultores.

No Brasil, o uso da AP envolve diversas parcerias entre grupos de pesquisa com diversos ramos do agronegócio, envolvendo instituições como universidades, institutos e empresas de pesquisa, empresas privadas do setor agrícola e tecnológico, cooperativas de produtores. Com mais de dez anos de atividades, as ações envolvem a tecnologia aplicada às tarefas operacionais de manejo diferenciado da produção agrícola, em que a iniciativa de produtores de forma individualizada é fator preponderante no incentivo à experimentação no campo (“on field trials”), via monitoração em tempo real.

As principais linhas de pesquisa nacional podem ser generalizadas como:

- Monitoramento remoto e de proximidade;
- Robótica agrícola móvel;
- Sensores para parâmetros de solo, planta e água;
- Sistemas inteligentes de comunicação e controle sem fio.

Dos muitos resultados relevantes até o momento, destacam-se diversos instrumentos e patentes em busca do aprimoramento de tecnologias em suporte à monitoração das culturas em tempo real. Entre eles:

- Sensores inteligentes e sensores ópticos de tempo real;
- Eletrônica e atuadores inteligentes embarcados em máquinas agrícolas;
- Redes sem fio de instrumentos inteligentes;
- Sistema de análise de imagens;
- Automação de veículos agrícolas e aplicação à taxa variada.

Entre as diversas entidades colaboradoras no desenvolvimento tecnológico da AP distingue-se a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa¹ –, com ações voltadas à ampliação das linhas de pesquisa e à capacitação de recursos humanos. A posição estratégica em AP foi recentemente

contemplada com a criação da **Rede de Agricultura de Precisão II** em âmbito nacional (Inamasu, 2009). Essa rede de pesquisa e desenvolvimento envolve mais de duzentos membros entre pesquisadores internos, empresários e produtores.²

Outras importantes iniciativas também contam com o envolvimento de instituições como ESALQ-USP, Unicamp, Fundação ABC, IAPAR, UFSM, entre outras. O resultado do trabalho e dedicação dos grupos de pesquisa em Agricultura de Precisão no Brasil atualmente se traduz no crescente número de relatos técnicos e da divulgação de iniciativas envolvendo várias culturas e diferentes sistemas de produção agrícola nas diversas regiões agroclimáticas.

TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES

A informação organizada e acessível tornou-se um produto estratégico e economicamente rentável para qualquer indústria produtiva. Evoluindo nessa direção, a indústria agrícola é agora capaz de monitorar dados detalhados sobre as variações da produção no tempo e no espaço, de maneira mais abrangente. Com esse fim, a Agricultura de Precisão já disponibiliza uma tecnologia que representa um passo inovador na evolução da instrumentação em suporte ao agronegócio. Entretanto, entender as causas das variações observadas e representar as complexas interações do manejo solo-água-planta mediante nova escala e frequência de coleta de observações representa um enorme desafio para a sistematização do conhecimento agrônomo – o qual requer, em futuro próximo, o enorme empenho da pesquisa multidisciplinar e do agronegócio participativo. Como resultado, o atual foco da AP está centrado em responder com detalhes às questões impostas pela variabilidade espaço-temporal da produção.

Outras questões da adoção da AP impactam aspectos sociais e ambientais, que também dependem de uma estrutura científica, educacional e política favorável à garantia de que somente as técnicas mais adequadas serão adotadas.

A gerência da informação e do conhecimento em uma visão de redes cooperativas, por intermédio de tecnologias WEB, de serviços semânticos e inteligentes, e novos conceitos para a modelagem e o desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão vêm sendo considerados em novos patamares de desenvolvimento da tecnologia. Estão sendo fundamentados, em softwares e interações livres e inovadores, algoritmos de análise, de forma a facilitar o acesso direto e o suporte aos agricultores.

Os tipos de suporte da AP requeridos nos processos decisórios do agronegócio envolvem diretrizes de longo prazo como:

- Definir o manejo adequado que responda à variabilidade espacial e temporal observada na produção de diferentes culturas;
- Viabilizar o uso de sensores dinâmicos que orientem um planejamento das intervenções no sistema de produção no decurso do ciclo das culturas;
- Estabelecer um sistema de gerenciamento com indicadores econômicos e ambientais para o suporte ao manejo localizado; e
- Ampliar o conhecimento e a transferência de tecnologias em AP.

Notas

1. Criada em 1973, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, produziu mudanças em benefício dessa atividade no país. Sob sua coordenação funciona o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA, constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações, que, de forma cooperada, executam pesquisas e geram tecnologia em diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico. Vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a Embrapa é um sistema formado por Unidades Administrativas e por Unidades de Pesquisa e de Serviços, também chamadas Unidades Descentralizadas, distribuídas nas diversas regiões do Brasil. Agrobiologia, Agroenergia, Agroindústria de Alimentos, Agroindústria Tropical, Informática Agropecuária, Instrumentação Agropecuária, Meio Ambiente, Monitoramento por Satélite, Recursos Genéticos e Biotecnologia, e Solos são temas básicos que identificam parte das Unidades de Pesquisa da Empresa.
2. Agricultura de Precisão é uma das linhas de pesquisa da Embrapa Instrumentação Agropecuária – Unidade de Pesquisa de Temáticas Básicas. Orientada pelo posicionamento estratégico da Empresa – *ser um dos líderes mundiais na geração de conhecimento, tecnologia e inovação para a produção sustentável de alimentos, fibras e agroenergia* –, a atuação da Rede de Agricultura de Precisão II deverá aumentar o sinergismo entre vários grupos no país e realizar ações transversais em culturas como milho, soja, algodão, sorgo, trigo, arroz, eucalipto, laranja, pêssego, viticultura, pastagem e cana-de-açúcar, em quinze áreas experimentais envolvendo estados do Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Os investimentos focam ferramentas de uso em comum como o Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) para fotografias aéreas, equipamentos para medida de condutividade elétrica do solo para cada região, montagem de uma unidade onde serão instaladas ferramentas de Tecnologia de Informação (TI) empregadas na Agricultura de Precisão para auxílio na análise, entre outras tecnologias.

Referências bibliográficas

- BALASTREIRE, L.A. Aplicação localizada de insumos: o renascimento de uma antiga técnica. *NotasIQ*, v.5, n.1, 1996.
- GARRIDO, R. G. e GARRIDO, F. S. R. G. Uma abordagem ética sobre as tecnologias agrícolas. *Tecnologia e Cultura*, n.10, 2007, p.30-39.
- INAMASU, R. Y. Agricultura de Precisão para a Sustentabilidade de Sistemas Produtivos do Agronegócio Brasileiro. *Embrapa Instrumentação Agropecuária*, 2009. In: http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_18092009.html.
- LOWENBERG-DEBOER, J. and GRIFFIN, T.W. *Potential For Precision Agriculture Adoption In Brazil*. Site Specific Management Center Newsletter, Purdue University, 2006.
- LUCHIARI JÚNIOR, A.; LIMA, M. A.; FERREIRA, C. J. A.; NEVES, M. C.; CAMPANHOLA, C.; LUIZ, A. B. Monitoramento e avaliação de impacto ambiental na agricultura. In: VIGLIZZO, E.; PUIGNAU, J. P. (Org.). *Monitoreo ambiental y uso sustentable de las tierras del cono sur (Dialogo, 46)*. Montevideo: IICA, 1997, p.13-21.
- McBRATNEY, A. B.; WHELAN, B. M.; ANCEV, T.; BOUMA, J. Future directions of Precision Agriculture. *Precision Agriculture*, 6, 2005, p.1-17.
- McCOWN, R. L.; BRENNAN, L. E.; PARTON, K. A. Learning from the historical failure of farm management models to aid management practice. Part1. The rise and demise of theoretical models of farm economics. *Australian Journal of Agricultural research*, 57, 2006, p.143-156.

PALMIERI, V. and RIVAS, L. *Information management for agricultural technology innovation*. 2007. In: <http://infoagro.net/shared/docs/a2/IM%20english%20Comuniica.pdf>.

SMITH, H. F. *An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops*. J Agric Sci 28, 1938, p.1-23.

UNEP. *The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future Food Crises*. 2009.

WHELAN, B. M.; MCBRATNEY, A. B.; BOYDELL, B. C. *The Impact of Precision Agriculture*. Proceedings of the ABARE Outlook Conference, The Future of Cropping in NW NSW, Moree, UK, July 1997, p.5.

WHELAN, B. M. *Reconciling continuous soil information and crop yield*. PhD Thesis. The University of Sydney, 1998, 327p.

Dados do autor

Ronaldo P. de Oliveira (ronaldo@cnps.embrapa.br) é pesquisador da Embrapa Solos. Bacharel em Engenharia Eletrônica (Universidade Gama Filho, Brasil), MA em Ciência da Computação (Montgomery College, EUA), MSc em Geoinformação em Aplicações Rurais (Wageningen Agricultural University, Holanda) e PhD em Agricultura de Precisão (University of Sydney, Austrália), há mais de 20 anos dedica-se à gerência e aplicação da geoinformação no mapeamento digital de solos e na modelagem espacial.

Uso de Imagens de Sensoriamento Remoto no Estudo de Cobertura em Redes de Comunicação sem Fio

Gilson Alves de Alencar
Renata Braz Falcão da Costa

RESUMO: Os avanços significativos na tecnologia de sensoriamento remoto têm viabilizado a realização de importantes estudos em áreas como monitoramento de desastres ambientais, exploração mineral e petrolífera, produção agrícola, desflorestamento e outras. Esta tecnologia também apresenta um grande potencial para aplicações em telecomunicações. Este artigo descreve uma aplicação que faz uso de imagens de sensoriamento remoto em um estudo de cobertura para fins de planejamento de uma rede de comunicações sem fio. Imagens do satélite CBERS-2B e de mapas topográficos foram utilizadas para criar uma base de dados digital de elevação. O foco do nosso trabalho é a tecnologia WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) com acesso fixo seguindo o padrão IEEE 802.16. Na análise de cobertura, realizada em uma região do Estado do Rio de Janeiro, foi empregado o modelo estatístico SUI (Stanford University Interim), com simulações realizadas na frequência de 2,4 GHz. **Palavras chave:** Sensoriamento Remoto; Imagens Digitais; Propagação; Redes sem Fio; Wimax.

ABSTRACT: Advances in the remote sensing technology have been employed in large scale to perform studies related with natural disasters, mineral and hydrocarbon exploration, agricultural production, deforestation and so on. Potential applications of this technology are being investigated for telecommunication too. This paper discusses how images from a remote sensing satellite could be useful to perform coverage analysis in wireless metropolitan area networks. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) technology for a fixed wireless access operating at 2.4 GHz in accordance with IEEE 802.16 standards is our focus. Images from the remote sensing satellite CBERS-2B and from topographical maps were used to generate a digital terrain elevation data. CBERS-2B is a result of a China-Brazil cooperating program for development of earth-resources satellites. The statistical model SUI (Stanford University Interim) was our choice to evaluate the coverage analysis over a small region in Rio de Janeiro State. **Keywords:** Remote Sensing; Digital Images; Propagation; Wireless Networks; Wimax.

INTRODUÇÃO

Soluções baseadas em redes de comunicações sem fio estão em ascensão devido ao elevado grau de amadurecimento desta tecnologia e as facilidades de instalação, operação e manutenção do sistema. Nos últimos anos temos experimentado grandes avanços na tecnologia de comunicações sem fio, que passou de uma cobertura limitada a pequenas localidades para cobertura de grandes áreas. Os recursos disponíveis atualmente têm viabilizado projetos como os das cidades digitais, que foram idealizadas como o intuito de promover a inclusão digital em regiões com pouca infraestrutura de telecomunicações. No entanto, o projeto de redes sem fio de grande abrangência requer um estudo detalhado de cobertura e, para isto, informações detalhadas do terreno sobre o qual a rede irá operar são

necessárias. O problema do estudo de cobertura em grandes áreas é justamente o foco deste trabalho. A proposta é apresentar uma solução baseada em ferramentas de software livre que proporcione uma análise computacional criteriosa das condições de propagação em uma determinada região alvo. Para a análise em questão, imagens georreferenciadas de sensoriamento remoto são utilizadas. Neste trabalho as imagens de sensoriamento remoto provenientes do satélite CBERS-2B foram empregadas na obtenção da base de dados digital de elevação. Além dessa aplicação, as imagens também contêm uma rica quantidade de informações espectrais que permite a identificação do tipo de terreno e de sua ocupação. O estudo de cobertura apresentado neste artigo foi conduzido para uma região de Macaé, no estado do Rio de Janeiro, e o sistema WiMax,

especificado segundo o padrão IEEE 802.16 [1], foi adotado como modelo de tecnologia de acesso sem fio. Para obtenção dos resultados de cobertura, foi empregado o modelo estatístico SUI [2]. Os procedimentos de análise, a tecnologia utilizada e os resultados alcançados serão abordados nos itens que se seguem.

O SATÉLITE CBERS-2B

O programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite* – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) é uma parceria feita entre os governos do Brasil e da China envolvendo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e a CAST (Academia Chinesa de Tecnologia Espacial) para o desenvolvimento de satélites avançados de sensoriamento remoto. Com o programa CBERS, o Brasil conquistou a possibilidade de operar satélites de grande porte e de alto nível de complexidade, inserindo o país no grupo de nações detentoras da tecnologia de sensoriamento remoto. Inicialmente, o programa CBERS contemplava o desenvolvimento e construção de dois satélites de sensoriamento remoto, nomeados de CBERS 1 e 2. Os CBERS 1 e 2 são idênticos em sua constituição técnica, missão no espaço e carga útil (equipamentos de bordo, como câmeras, sensores, computadores entre outros equipamentos voltados para experimentos científicos). Devido ao grande sucesso do programa CBERS, em 2002 foi assinado um acordo para a sua continuação, que contemplou a construção de dois novos satélites, os CBERS 3 e 4. Porém, como o lançamento do CBERS 3 está previsto somente para 2010 e diante do encerramento da vida útil do CBERS 2, o Brasil e a China decidiram em 2004 construir o CBERS-2B, que foi lançado em 19 setembro de 2007 a partir da base de Taiyuan na China pelo foguete Longa Marcha 4. A órbita do CBERS-2B é heliossíncrona a uma altitude de 778km, perfazendo aproximadamente 14 revoluções por dia. Nesta órbita, o satélite cruza o Equador sempre na mesma hora local, 10h30min da manhã, permitindo assim que se tenham sempre as mesmas condições de iluminação solar para a comparação de imagens tomadas em dias diferentes.

O CBERS-2B pertence à primeira geração de satélites do programa CBERS, sendo praticamente idêntico aos seus antecessores. A carga útil deste satélite é composta por uma câmera imageadora WFI (*Wide Field Imager*), uma câmera CCD (*Charge-Coupled Devices*) e uma câmera pancromática de alta resolução HRC (*High Resolution Camera*). O sensor WFI produz imagens de uma faixa de 890km de largura

com resolução espacial de 260m. Em um período aproximado de cinco dias (resolução temporal) obtém-se uma cobertura completa do globo com o sensor WFI. Sua principal característica é o amplo campo de visada, o que torna as imagens úteis para observações nas escalas macrorregionais. Esta característica permite que suas imagens possam ser utilizadas para a criação de mosaicos nacionais ou estaduais, geração de índices de vegetação para fins de monitoramento e mapeamento agrícola. O sensor CCD fornece imagens de uma faixa de 113km de largura com uma resolução espacial de 20m. Esta câmera tem capacidade de adquirir imagens em visadas laterais de aproximadamente 32 graus, o que permite a obtenção de pares estereoscópicos. Além disso, é possível refinar os mapeamentos obtidos a partir de imagens WFI. A resolução temporal oferecida pelo sensor CCD é de 26 dias. Suas principais aplicações são a identificação de áreas de florestas e campos agrícolas, quantificação de áreas, análise da dinâmica das florestas, monitoramento de reservatórios, identificação dos limites continente-água, etc. O sensor HRC possui uma única banda espectral, que opera no espectro do visível e infravermelho próximo. A câmera HRC produz imagens de uma faixa de 27km de largura com uma resolução espacial de 2,7m, que permite a observação com grande detalhamento de objetos na superfície. O sensor HRC realiza uma cobertura completa da Terra em 130 dias, o que corresponde a aproximadamente cinco ciclos do sensor CCD. As principais aplicações do HRC são a geração de mosaicos nacionais ou estaduais detalhados, criação de produtos para fins de planejamento local ou municipal, aplicações urbanas e atualização de cartas temáticas [3].

A família de satélites de sensoriamento remoto CBERS trouxe significativos avanços científicos ao Brasil. Essa significância é atestada pelos mais de 20 mil usuários diretos e um número superior a 3.500 instituições cadastradas como usuários ativos [4].

MODELO DE PROPAGAÇÃO

Na análise de cobertura, a escolha de um modelo de propagação que represente de forma precisa a fenomenologia do problema é uma parte importante do estudo. Os modelos devem considerar na sua concepção fenômenos de propagação eletromagnética como reflexão, refração, efeitos de multipercurso e efeitos atmosféricos [5]. Os modelos de propagação são classificados basicamente em três categorias: modelos empíricos, modelos semiempíricos e modelos físicos. Os modelos empíricos são criados a partir de medidas

realizadas em campo e se adaptam especificamente às condições operacionais em que as medidas foram conduzidas. Os modelos semiempíricos são gerados também a partir de medidas de campo, porém suas equações guardam relação com modelos canônicos de propagação, obtidos da teoria. Já os modelos físicos são criados com base em fundamentos puramente teóricos. Neste trabalho optamos por usar um modelo empírico. O modelo empírico proporciona uma maior velocidade de processamento e facilita a implementação computacional.

Para o estudo de caso de uma rede WiMax (IEEE 802.16), empregamos o modelo empírico SUI (*Stanford University Interim*) [2]. A escolha deste modelo de cobertura se deve à sua simplicidade de implementação e velocidade de processamento. O modelo SUI é uma extensão do trabalho realizado pela AT&T [6]. O modelo SUI leva em consideração três tipos de terrenos:

- Terreno Tipo A – Montanhoso / Alta-Moderada Densidade de Árvores;
- Terreno Tipo B – Montanhoso / Baixa Densidade de Árvores ou Planície/ Alta-Moderada Densidade de Árvores;
- Terreno Tipo C – Planície/ Baixa Densidade de Árvores.

Para aplicações WiMax, o modelo SUI apresenta seis variações (SUI-1 a SUI-6). Ao todo são definidos dois modelos para cada um dos três tipos de terreno, gerando os seis modelos apresentados na Tabela 1. As variações do modelo SUI são caracterizadas por informação como dispersão temporal (em forma de amplitude), atraso de tempo (*time delay*) e fator k da distribuição Rician [7].

Modelo SUI	Tipo de Terreno	Delay Spread	Fator k	Doppler
SUI-1	C	Baixo	Alto	Baixo
SUI-2	C	Baixo	Alto	Baixo
SUI-3	B	Baixo	Baixo	Baixo
SUI-4	B	Moderado	Baixo	Alto
SUI-5	A	Alto	Baixo	Baixo
SUI-6	A	Alto	Baixo	Alto

Tabela 1
Variações do modelo SUI

Em condições de visibilidade (*LOS – line of sight*) entre a antena transmissora e a antena receptora,

a perda do enlace corresponde à do espaço livre. A perda de espaço livre está associada à dispersão da energia do sinal ao longo do trajeto de propagação, sendo determinada pela Equação de Friss [8], conforme especificado na Equação 1.

$$L_{ef} = 92,44 + 20\log f + 20\log d \quad (1)$$

onde d [km] representa a distância entre o transmissor e o receptor, f representa a frequência [MHz].

Nas condições em que o trajeto entre a antena transmissora e antena receptora se encontra obstruído (*NLOS – no line of sight*), o sinal alcança o receptor depois de sofrer reflexões, espalhamentos e difrações ao longo do percurso. Cabe ressaltar que a condição de enlace em visibilidade ou com obstrução é determinada pela ocupação da região definida pela primeira zona do elipsóide de Fresnel. Em um cenário NLOS, as perdas no trajeto entre a antena transmissora e receptora são determinadas pelo modelo SUI, conforme descrito na Equação 2.

$$L = A + 10\gamma \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_f + X_h + s \quad (2)$$

A Equação 2 é válida para $d > d_0$, visto que $d_0 = 100m$ representa a distância de referência, A é a perda de espaço livre na distância d_0 (Equação 3). O termo X_f é a correção na frequência (Equação 4), X_h é a correção na altura da antena receptora, s corresponde a perda de sombreamento dado pelo tipo de terreno e γ é o expoente de perda de propagação em função da altura da Estação Rádio Base (Equação 5).

$$A = 20\log\left(\frac{4\pi\pi_0}{\lambda}\right) \quad (3)$$

$$X_f = 6\log\left(\frac{f}{2000}\right) \quad (4)$$

f : frequência em Mhz.

$$\gamma = a - b \cdot h_b + \frac{c}{h_b} \quad (5)$$

Os parâmetros a, b e c são determinados de acordo com o tipo de terreno (Tabela 2) e h_b é a altura da Estação Rádio Base e está compreendida entre 10 e 80m.

Parâmetros	Terreno Tipo A	Terreno Tipo B	Terreno Tipo C
a	4,6	4,0	3,6
b (1/m)	0,0075	0,0065	0,0050
c (m)	12,6	17,1	20,0

Tabela 2
Valores dos parâmetros do modelo SU1

$$\text{Para terreno tipo A e B: } X_h = -10,8 \log\left(\frac{h}{2}\right) \quad (6)$$

$$\text{Para terreno tipo C: } X_h = -20 - \log\left(\frac{h}{2}\right) \quad (7)$$

h é a altura da antena receptora, compreendida entre 2 e 10m.

O cálculo da potência recebida nos terminais de acesso foi determinado com base na seguinte equação:

$$P_r = P_t + G_t + G_r + G_{dv} - M - L - L_{tr} \quad (8)$$

Na Equação 8, P_r é a potência recebida em dBm no terminal de acesso, P_t é a potência de transmissão em dBm, G_t é o ganho da antena de transmissão em dBi, G_r é o ganho da antena de recepção em dBi, G_{dv} é o ganho de diversidade em dBi, M é a margem de desvanecimento em dB, L corresponde à parcela de perdas no enlace em condições NLOS e L_{tr} são as perdas nas antenas de transmissão e recepção. Na condição LOS, a Equação 8 se resume a

$$P_r = P_t + G_t + G_r - L_0 - L_{tr} \quad (9)$$

onde L_0 é a atenuação de espaço livre.

No estudo de caso realizado neste trabalho foram estabelecidos os seguintes parâmetros para o modelo SU1:

- limiar de recepção (P_r mínimo aceitável): -85 dBm
- frequência de operação: 2,4 GHz
- terreno tipo B
- $P_t = 27$ dBm
- $G_t = 14$ dBi
- $G_r = 14$ dBi

- $G_{dv} = 0$
- $M = 6$ dB
- $L_{tr} = 3$ dB
- $S = 9,6$ para terreno tipo B
- $h_b = 20$ metros
- $h = 3$ metros

ANÁLISE DE COBERTURA E RESULTADOS

A análise de cobertura em um sistema de comunicações sem fio corresponde a um problema bastante complexo. A sua modelagem computacional leva em consideração diversos fatores como as características topográficas do relevo, a morfologia do terreno, a tecnologia de transmissão e os equipamentos empregados. O modelo de propagação deve ser capaz de tratar o problema de forma coerente com a fenomenologia do problema. Para se ter uma maior eficiência do modelo de propagação é necessário ter acesso a uma base digital de elevação com uma boa precisão e possuir dados morfológicos do terreno bastante detalhados. Para obtenção das informações de terreno necessárias à realização deste trabalho foram utilizadas imagens de sensoriamento remoto do satélite CBERS-2B. Com a tecnologia disponível atualmente, tais imagens podem fornecer uma grande variedade de informações úteis ao planejamento de um sistema de comunicações sem fio. No entanto, as imagens de sensoriamento remoto precisam ser tratadas por softwares específicos de geoprocessamento. No caso deste trabalho foi utilizado o SPRING [9], uma ferramenta SIG (Sistema de Informações Geográficas) de distribuição livre desenvolvida pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) é uma ferramenta que atende à nossa política de uso exclusivo de softwares não-proprietários. A política de software livre adotada pelo Grupo de Pesquisa em Transmissão Digital e Comunicações Eletrônicas do CEFET-RJ não somente se aplica ao uso de softwares, mas também ao desenvolvimento de novos aplicativos.

Para o estudo de cobertura foi selecionada uma região de Macaé de cerca de 43,665 Km², situada entre as latitudes -22 20' 27" e -22 23' 49" e entre as longitudes -41 49' 53" e -41 45' 44". A seleção desta área foi realizada com base na imagem de sensoriamento remoto georreferenciada obtida a partir do sensor CCD com 20 metros de resolução do satélite CBERS-2B. As imagens do CBERS-2B apresentam um erro de posicionamento de 15km. Dados de efemérides (posição e velocidade) imprecisos do satélite são os maiores responsáveis pelo erro de posicionamento.

Sendo assim, foi necessária a realização de uma operação de registro no SPRING para eliminar o erro de posicionamento, usando como referência imagens do satélite LANDSAT da NASA. O registro é uma operação que consiste em transformações geométricas simples (transformações polinomiais de 1º e 2º graus) para estabelecer um mapeamento entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas. A próxima etapa do processo consistiu na digitalização de um mapa topográfico da região de Macaé (adquirido do IBGE) para a geração da base de dados digital de elevação. Para a digitalização, o mapa topográfico do IBGE foi

georreferenciado no SPRING, tendo como referência a imagem do CBERS-2B. Cabe ressaltar que dados de edificação não foram digitalizados para simplificar a realização deste trabalho. O levantamento de dados de edificações corresponde a um estudo específico que se encontra em andamento e utiliza como base imagens de sensoriamento remoto de alta resolução. A Figura 1 mostra uma tela do SPRING com a imagem do mapa topográfico georreferenciada no SPRING e superposta à imagem de sensoriamento remoto de Macaé. A Figura 2 ilustra uma imagem em 3D do relevo digitalizado.

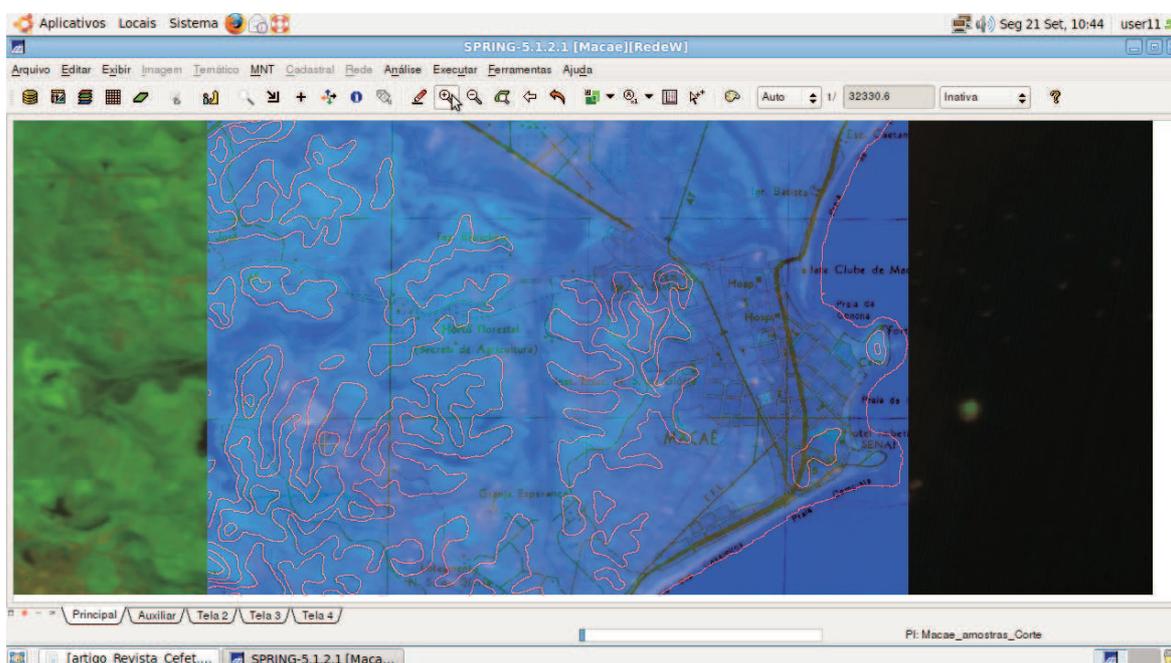


Figura 1
Mapa topográfico superposto à imagem de sensoriamento remoto

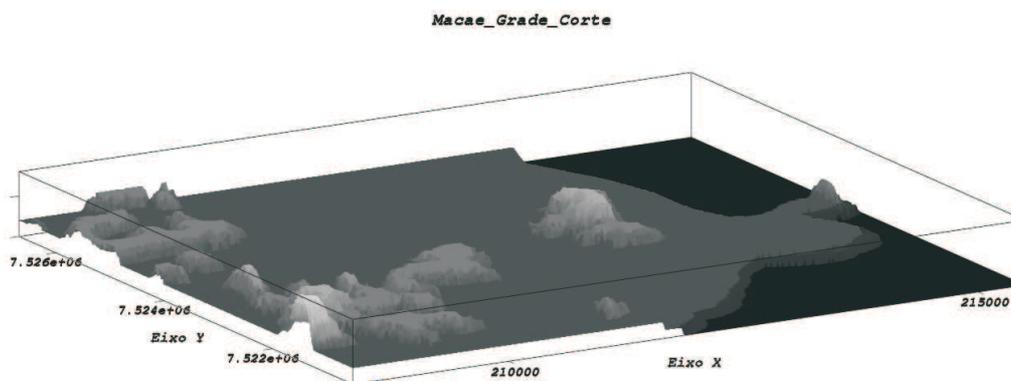


Figura 2
Imagem 3D do relevo digitalizado no SPRING.

O SPRING trabalha com arquivos de formatos bem conhecidos. Isto torna possível a integração dos dados gerados pelo mesmo com outros aplicativos. Como o SPRING não é um software destinado ao estudo de propagação, foi necessário construir um aplicativo que interpretasse os dados do mesmo e os utilizasse corretamente nas simulações computacionais de cobertura. Sendo assim, foi criado o PROPAG, um programa escrito em "Free Pascal", que interage com o SPRING e pode gerar resultados de cobertura para qualquer modelo de propagação que venha ser programado. O SPRING gera um arquivo texto com informações de altimetria que é lido pelo PROPAG, o qual chama o modelo de propagação e gera os resultados de cobertura que são repassados ao SPRING para uma visualização gráfica. O PROPAG lê o arquivo texto do SPRING e gera uma grade matricial de altimetria. Usando o modelo de propagação (no caso deste trabalho, o SUI), todos os pontos da matriz são

varridos, a fim de realizar os cálculos de propagação em relação a um ponto, também na matriz, correspondente à localização da estação-base na imagem de sensoriamento remoto. As Figuras 3 e 4 mostram resultados distintos da análise de cobertura. A Figura 3 mostra uma tela do SPRING representando uma mancha de cobertura gerada para a antena da estação-base localizada em um determinado ponto da região em estudo. A Figura 4 mostra outra tela do SPRING, representando uma superposição de duas manchas de cobertura geradas a partir de duas antenas de estação-base localizadas em pontos distintos. Estes resultados demonstram o potencial de se usar imagens de sensoriamento remoto aliada a uma ferramenta de geoprocessamento e a um programa específico de propagação para realizar estudos de cobertura em sistemas de comunicações sem fio a um custo muito baixo.

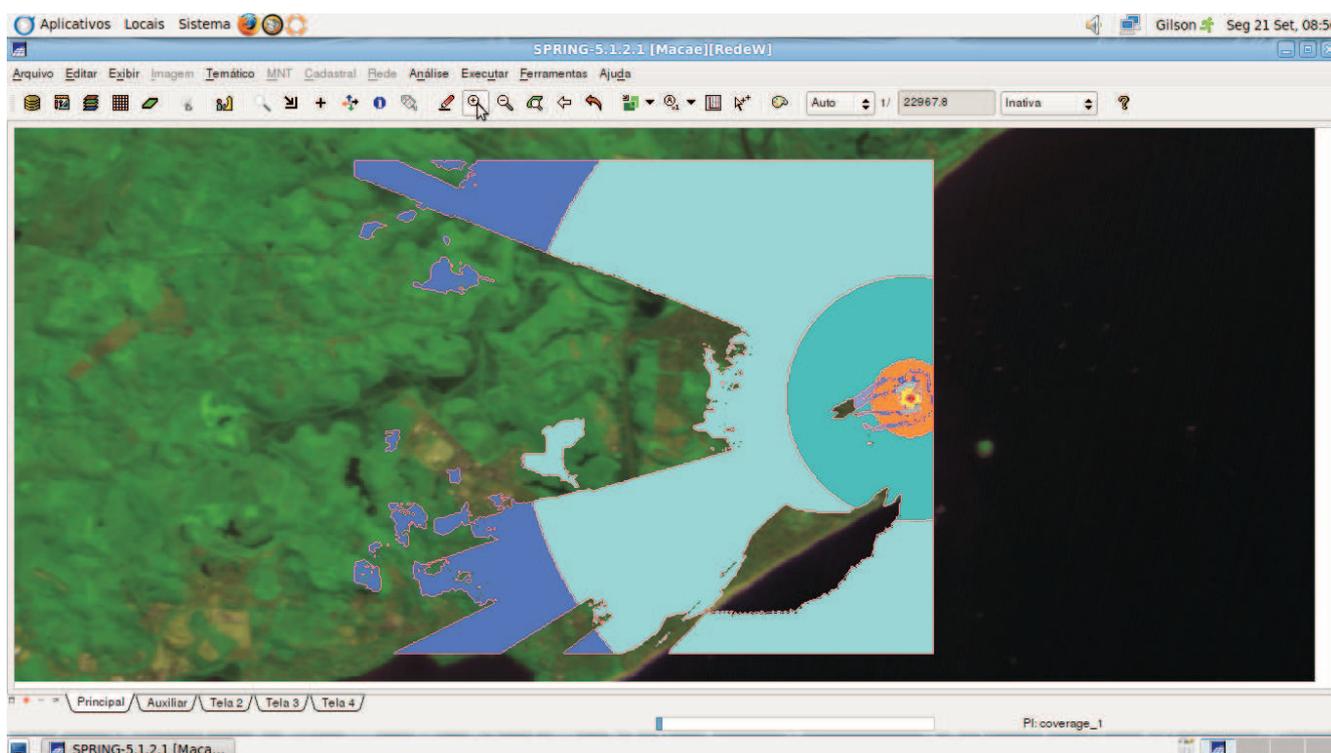


Figura 3
Mancha de cobertura sobre a região de Macaé

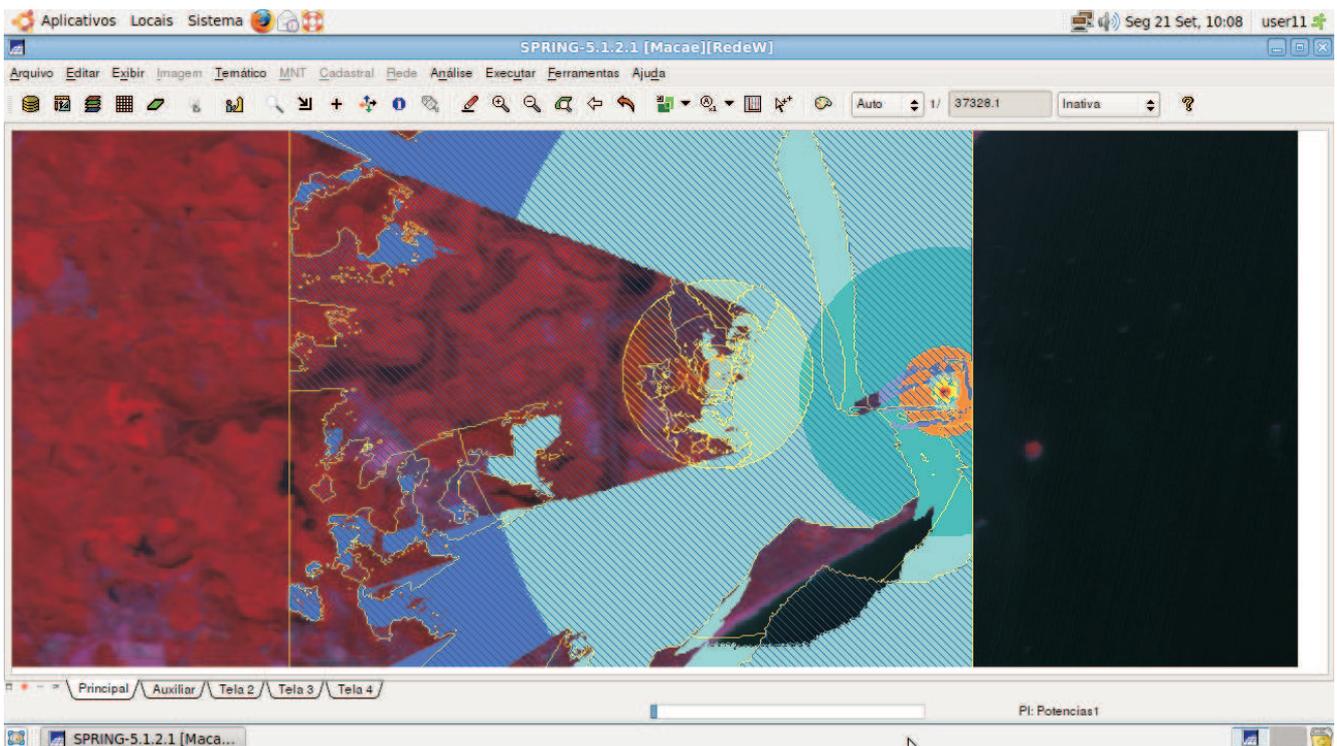


Figura 4
Superposição de coberturas para duas estações-base

CONCLUSÕES

Os resultados gerados neste trabalho demonstraram o potencial de uso das imagens de sensoriamento remoto no estudo de cobertura em redes de comunicações sem fio. Essas imagens possuem uma rica quantidade de informações espectrais sobre o terreno, que podem ser facilmente extraídas utilizando recursos computacionais avançados. Tais informações são essenciais para um melhor desempenho das previsões de cobertura realizadas pelos modelos de propagação. Além de contribuir para a geração de uma base digital de elevação, as imagens de sensoriamento remoto são extremamente úteis na caracterização da morfologia do terreno. Através das mesmas é possível analisar se o terreno possui áreas de vegetação densa ou moderada e também é possível verificar a densidade de ocupação urbana (edificações, ruas e avenidas). Com relação ao modelo de propagação SUI usado neste trabalho, a imagem de sensoriamento remoto foi útil na classificação do tipo de terreno segundo as especificações desse modelo. Estudos mais avançados estão

sendo conduzidos no sentido de desenvolver um modelo computacional que avalia com precisão a morfologia do terreno com base em características espectrais da imagem de sensoriamento remoto. Neste caso, estão sendo usados recursos de processamento digital de imagens. Cabe ressaltar que não foram consideradas as edificações na área estudada. As edificações influenciam bastante nos resultados. No entanto, o objetivo principal foi verificar como imagens de sensoriamento remoto podem ser úteis em um estudo de cobertura e não nos preocupamos com a precisão da análise em si. Um outro ponto de destaque deste trabalho foi o uso de ferramentas não-proprietárias para o seu desenvolvimento. O uso de softwares como o SPRING, o desenvolvimento de aplicativos com base em ferramentas livres, além do acesso livre a imagens de sensoriamento remoto proporcionado pelo INPE reduziram significativamente o custo de realização. A adoção de uma política de uso de softwares livres também nos garante total independência das tecnologias proprietárias.

Referências bibliográficas

- [1] *WiMax Padrão 802.16 para Banda Larga Sem Fio*. Lima, L. S.; Soares, L.F. G.; Endler, M., Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, setembro de 2004.
- [2] *Channel Models for Fixed Wireless Applications*. IEEE 802.16.3c-01/29r4, 17/07/2001.
- [3] INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Engenharia de Satélites*. Disponível em: <<http://www.cbers.inpe.br>>. Acesso em: 15 set. 2009.
- [4] *CBERS: estado atual e futuro*. Epiphany, J. C. N. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Rio Grande do Norte, abril de 2009.
- [5] *Propagation Effects in WiMAX Systems*. Sharmini E.; Iliok Otung. The Second International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, pp.425-430, September, 2008.
- [6] *An Empirical Based Path Loss Model for Wireless Channel in Suburban Environments*. Erceg, V., IEE Select Areas in communications, Vol. 17, N. 7, Jul. 1999.
- [7] *Rician K-factors in Narrow Band Fixed Wireless Channels*. Greestein, L. J.; Ghassemzadeh, S. ; Erceg, V.; Michelson, D. G. Theories, Experiments and Statistical Models, WPMC, Conference Proceedings, Amsterdam, September, 1999.
- [8] *Wireless Communication: Principle and Practice*. Rappaport T. S.; Prentice Hall Publications, 1996.
- [9] *Spring: Integration remote sensing and GIS by object-oriented data modeling*. Camara G.; Souza R.C.M.; Freitas U. M., Garrido; J. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-June 1996.

Dados dos autores

Gilson Alves de Alencar, Doutor em Engenharia Elétrica (COPPE, 2003) é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica do CEFET/RJ, atuando na Graduação e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Principais áreas de interesse: telecomunicações, transmissão digital, antenas, propagação e redes.

Renata Braz Falcão da Costa, Doutora em Engenharia Elétrica (PUC-Rio), é Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Elétrica do CEFET/RJ. Principais áreas de interesse: telecomunicações, propagação, sistemas de transmissão digital.

Aplicação de Diferentes Custos de *Setup* em um Problema de Corte Unidimensional Utilizando SingleGA

Julliany Sales Brandão
Alessandra Martins Coelho
João Flávio V. Vasconcellos
Wagner Figueiredo Sacco

RESUMO: Este artigo apresenta a aplicação de novos custos de *setup* em uma recente abordagem desenvolvida por Brandão, denominada SingleGA, na resolução de um Problema de Corte Unidimensional. O problema de corte consiste, basicamente, em encontrar a melhor maneira de obter peças de tamanhos distintos (itens) a partir do corte de peças maiores (objetos) com o objetivo de minimizar alguma espécie de custo ou maximizar o lucro. Os resultados obtidos pelas variações do SingleGA são comparados com os métodos SHP, Kombi234, ANLCP300 e Symbio, encontrados na literatura, a fim de verificar a capacidade de encontrar soluções viáveis e competitivas. Os resultados computacionais mostram que as variações do SingleGA apresentam bons resultados, melhorando a medida que o custo de *setup* aumenta.

Palavras-chave: Problema de Corte Unidimensional; Algoritmos Genéticos; Setup.

ABSTRACT: This paper presents the application of new costs for one recent approach, called SingleGA, in solving One-Dimensional Cutting Problem. The cutting problem basically consists in finding the best way to obtain parts of distinct sizes (items) from the cutting of larger parts (objects) with the purpose of minimizing a specific cost or maximizing the profit. The obtained results of SingleGA are compared to the following methods: SHP, Kombi234, ANLCP300 and Symbio, found in literature, verifying its capacity to find feasible and competitive solutions. The computational results show that variations of SingleGA possess good results, improving as setup cost increases.

Keywords: One Dimensional Cutting Problem; Genetic Algorithm; Setup.

INTRODUÇÃO

Problema de Corte é uma denominação genérica para uma classe de problemas combinatórios que consiste em encontrar a melhor disposição dos itens (padrão de corte) de tamanhos distintos (itens) a partir do corte de peças maiores (objetos), buscando um objetivo específico (Salles Neto, 2005). Observa-se, nesse caso, a importância da geometria, uma vez que as formas e dimensões dos itens e objetos determinarão os possíveis padrões de corte. Esse é um tema relevante na área de Pesquisa Operacional, sendo largamente estudado pela comunidade científica.

Os estudos dos problemas de corte têm sido estimulados pela necessidade das empresas em aperfeiçoar seus processos devido à competitividade entre as empresas, redução de desperdícios, custos e a eficiência nas entregas.

Com isso, estudar este tema se tornou importante e de grande relevância para o planejamento da produção em diversas indústrias, como as de vidro, papel, têxtil, química, entre outras.

Kantorovich (1960) foi um dos pioneiros na área de problemas de corte, com a formulação para minimizar perdas; mas, o grande avanço da área se deu com os trabalhos de Gilmore e Gomory (1961, 1963), respectivamente, estudando o problema de corte através do processo de geração de colunas. Haessler (1975) foi o primeiro a tratar o problema de corte unidimensional considerando a minimização do número de objetos processados e o tempo de preparação de máquina (*setup*).

Para solucionar um problema de corte necessita-se dos padrões de corte e da frequência

de padrões, ou seja, da quantidade de vezes que esses padrões serão executados. Embora o objetivo geral seja a minimização de perdas, encontram-se várias modelagens do problema, como a maximização de lucros, a redução de objetos utilizados, o tempo de produção e/ou uma combinação desses.

O custo de preparação da máquina, ou seja, do seu tempo de preparação (*setup*), também é um fator relevante no processo de corte. Assim, torna-se interessante avaliar os efeitos da minimização do número de objetos processados (minimização da entrada) e do número de padrões de corte (*setups*), objetivos esses parcialmente conflitantes para uma avaliação mais geral do custo. Segundo Salles Neto (2005), a grande quantidade de aplicações e a dificuldade de resolução dos problemas de corte, em sua maioria *NP-Completo*, têm levado vários pesquisadores em todo o mundo a concentrarem esforços no desenvolvimento de novos e eficientes métodos de resolução, em sua grande parte heurísticos.

Ferreira (1999) define heurística como um conjunto de regras e métodos que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução de problemas, fornecendo, em geral, soluções satisfatórias, em um período de tempo razoável. E, de acordo com Osman e Laporte (1996), referenciados em Blum e Roli (2003) e Coelho (2006), uma metaheurística é formalmente definida como um processo de geração iterativo, que guia uma heurística subordinada, combinando inteligentemente diferentes conceitos para explorar o espaço de busca, o qual deve ser modelado para um problema específico.

Neste trabalho será analisado o comportamento do SingleGA com custos de *setup* variados para efeito de comparação e eficácia do método.

Este artigo está organizado como segue: a seção 2 apresenta formalmente o problema de corte para reduzir o número de objetos processados e o *setup*. Os conceitos básicos de algoritmos genéticos são expostos na seção 3. A seção 4 versa sobre a construção computacional do método SingleGA. A seção 5 apresenta os testes e resultados computacionais. Por fim, a seção 6 expõe as conclusões do trabalho.

PROBLEMA DE CORTE UNIDIMENSIONAL

O problema de corte unidimensional consiste em decidir sobre a maneira de se cortar um conjunto de peças retangulares com demandas preestabelecidas, a

partir de uma placa retangular (bobina) padrão, com a finalidade de minimizar custo, tempo, perda de material envolvidos no processo de fabricação ou uma combinação destes (Carneiro, 1994).

Como o próprio nome sugere, o problema de corte unidimensional caracteriza-se pelo corte em apenas um sentido, ou seja, o corte é realizado em apenas uma dimensão. Mais especificamente, um número m de itens diferentes, com largura w_i , $i = 1, \dots, m$ deve ser produzido para atender uma demanda d_i , partindo de uma bobina mestra de largura $W > w_i$, para todo i , através de cortes ao longo do seu comprimento (Salles Neto, 2005).

Segundo a tipologia de Dyckhoff (1990), o problema de corte unidimensional está classificado como (1/V/I/R) e na tipologia de Wascher *et al.* (2007) é identificado como SSSCSP (*Single Stock Size Cutting Stock Problem*). O SSSCSP inclui o clássico problema de corte unidimensional (Gilmore e Gomory, 1963; Wascher e Gau, 1996), cujos os objetos grandes são idênticos, ou seja, padrões de corte com mesmo tamanho geram itens de tamanhos distintos e menores, considerados fracamente heterogêneos.

Um modelo matemático formal para resolver o problema de minimização do número de objetos processados e *setup* é descrito em (1).

$$\text{Minimizar } c_1 \sum_{j=1}^n x_j + \alpha \sum_{j=1}^n \delta(x_j) \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq d_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \in N \quad j = 1, \dots, n$$

$$\text{onde: } \delta(x_j) = \begin{cases} 1, & \text{se } x_j > 0 \\ 0, & \text{se } x_j = 0 \end{cases}$$

n = número de possíveis padrões de corte;

m = número de itens diferentes;

c_1 = custo de cada bobina;

α = custo de troca do padrão de corte;

x_j = número de bobinas processadas com o padrão de corte j ;

a_{ij} = número de itens do tipo i no padrão j ;

d_i = número de itens i demandados.

ALGORITMOS GENÉTICOS

Nos anos 50 e 60, muitos biólogos começaram a desenvolver simulações computacionais de sistemas genéticos. No entanto, foi John Holland que começou a desenvolver as primeiras pesquisas sobre Algoritmos Genéticos e, após refinar suas idéias, publicou em 1975 o livro *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, considerado hoje a “Bíblia” dos Algoritmos Genéticos.

Os Algoritmos Genéticos introduzidos rigorosamente por John Holland (Holland, 1975) são algoritmos de busca e otimização de soluções baseados nos mecanismos genéticos e evolucionários dos seres vivos. Eles trabalham com uma população de indivíduos, em que cada um representa uma solução possível para um dado problema. A cada indivíduo é conferida uma aptidão, isto é, um valor que quantifica a adaptabilidade do indivíduo ao meio (problema tratado). Os indivíduos com maiores aptidões possuem maiores oportunidades de serem escolhidos para a reprodução, através da recombinação do material genético e, com isso, difundir suas características pelas gerações seguintes, propiciando que áreas mais promissoras de busca sejam exploradas, levando o algoritmo genético, na maioria dos casos, à convergência pela solução ótima do problema.

Para um melhor entendimento da implementação, alguns conceitos precisam ser apresentados:

- gene é a representação de cada parâmetro de acordo com o alfabeto utilizado (binário, inteiro ou real);
- genoma é o conjunto de genes para formar um indivíduo;
- população é o conjunto de indivíduos no espaço de busca;
- operadores genéticos:
 - seleção – é a escolha dos indivíduos privilegiando os mais aptos para permanecer e multiplicar a população. Os métodos de seleção mais utilizados são elitismo, diversidade e torneio.
 - recombinação – é responsável por recombinar as características dos pais, durante a reprodução, permitindo que os seus descendentes herdem essas características. Os mais conhecidos são: ponto(s) de corte e uniforme.
 - mutação – é a possibilidade de um gene qualquer do indivíduo apresentar características diferentes das existentes nos pais após uma operação de recombinação.

CONSTRUÇÃO COMPUTACIONAL SingleGA

O SingleGA, desenvolvido por Brandão (2009), foi baseado no Symbio de Golfeto et al. (2007). No entanto, o SingleGA utiliza-se de apenas um algoritmo genético para resolver o mesmo objetivo, enquanto o Symbio utiliza-se de conceitos de simbiose (Allaby, 1998), mais especificamente, uma relação mutualística entre dois algoritmos genéticos (Pianka, 1994) que se evoluem de maneira benéfica.

No SingleGA existem duas espécies de população: a de soluções e a de padrões. A população de padrões, gerada aleatoriamente, é estática, ou seja, não sofre qualquer espécie de evolução.

O gene da população de solução foi representado por dois elementos. O primeiro elemento refere-se à quantidade de vezes (frequência) com que o padrão indicado pelo segundo elemento foi processado. Já o segundo elemento da população de solução serviu apenas como um ponteiro para a população de padrões.

O gene da população de padrões foi representado por um número real que indica o comprimento do item da lista de pedidos realizado pelo cliente. A Figura 1 apresenta uma representação do gene da população de padrões e da população de soluções.



Figura 1
Representação dos genes

A quantidade máxima de genes do indivíduo solução (tamanho máximo do genoma) adotada foi igual ao número de *setups* (quantidade de itens diferentes). No entanto, se o maior item a ser cortado apresentasse um comprimento inferior ou igual a 50% do comprimento da bobina, adotava-se o seguinte procedimento apresentado na Figura 2, que é uma adaptação de Golfeto et al. (2007):

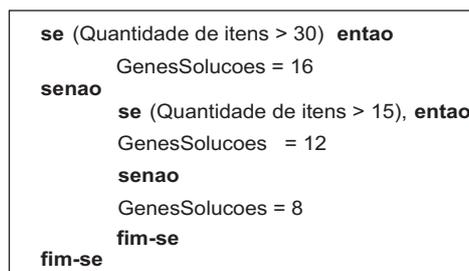


Figura 2
Número de
Genes do
Indivíduo
Solução

O tamanho do genoma do padrão adotado foi igual ao maior inteiro, menor ou igual ao resultado da divisão entre o tamanho da bobina padrão pelo item de menor tamanho do padrão.

Os itens foram adicionados ao padrão da esquerda para a direita, se, somente se, o padrão possuísse espaço livre o suficiente para acomodá-lo (abordagem inspirada nos trabalhos de Golfeto *et al.* (2007).

A população de soluções (indivíduos formados por genes da população de soluções) foi formada por 600 indivíduos e a população de padrões (indivíduos formados por genes da população de padrões) por 400; em ambos os casos, todos os indivíduos foram gerados aleatoriamente, sem nenhum direcionamento. Os tamanhos das populações foram definidos experimentalmente, após a realização de simulações com diversos valores.

A estrutura de seleção adotada foi o elitismo com *steady state*. Escolheu-se o elitismo pelo fato de esse recurso aumentar o desempenho do algoritmo genético, uma vez que ele garante que a melhor solução encontrada até o momento seja mantida nas próximas gerações. O *steady state* utilizado está disponível no pacote do GALib (Wall, 1996) da classe de algoritmos genéticos GASTeadyStateGA. Segundo o tutorial do GALib (Wall, 1996), o método gera, a cada geração, uma população temporária de indivíduos por clonagem e os insere na população da geração atual, removendo os piores indivíduos. A taxa de substituição, encontrada experimentalmente, foi de 25%; isso equivale a dizer que 75% dos melhores indivíduos da população de soluções serão selecionados e permanecerão na população.

O cálculo do *fitness* (F_s) do indivíduo solução para atender o objetivo de minimizar, ao mesmo tempo, o número de objetos processados e o *setup*, baseado e descrito em Golfeto *et al.* (2007), foi realizado do seguinte modo:

$$F_s = c_1 \sum_{j=1}^n x_j + \alpha \sum_{j=1}^n \delta(x_j) + \sum_{j=1}^n \tau(x_j) + \rho \quad (2)$$

onde:

τ : é a perda relativa e pode ser calculada por

$$\tau(x_j) = \frac{t_j}{w \sum_{j=1}^n x_j}, \text{ sendo } t_j \text{ o desperdício do padrão } j.$$

ρ : são penalidades, caso a solução seja inviável. É proporcional à soma das infactibilidades, ou seja,

o valor que falta para atingir a demanda do item, multiplicado por 1000 (valor escolhido experimentalmente).

Os valores c_1 e α , respectivamente, são os custos de objetos processados e *setup*, tratados de maneira explícita na função objetivo, não necessitando quaisquer outras modificações para alcançar objetivos distintos, ou seja, o custo já participa diretamente do processo de minimização da função objetivo.

Para o cálculo da função objetivo, uma interpretação dos padrões era realizada, ou seja, verificava-se quais os genes ativos do padrão. Os genes ativos são aqueles que cabem na peça-mestra sem ultrapassar o seu tamanho.

O operador de recombinação (*crossover*) utilizado foi o uniforme, o qual consiste em sortear aleatoriamente um valor entre 0 e 1. Caso o número sorteado fosse menor ou igual a 0,7, a recombinação era realizada com o indivíduo que possuísse o maior *fitness*; caso contrário, era realizada com o pior indivíduo. A taxa de recombinação, encontrada de maneira experimental, foi de 30%.

O operador de mutação adotado consistiu em sortear aleatoriamente a posição no genoma do gene a ser mutado e, em seguida, determinar aleatoriamente qual dos seus elementos (frequência ou índice padrão) sofreria mutação. Caso o elemento escolhido do gene fosse a frequência, um valor entre os limites mínimo e máximo era sorteado; caso contrário, sorteava-se um indivíduo da população de padrão e um ponteiro seria criado. Para o índice do padrão, elemento que compõe o gene da população de solução, os limites foram entre zero e a quantidade de padrões -1 e, para a frequência, os limites estavam entre zero e o valor da maior demanda (Golfeto *et al.*, 2007). A taxa de mutação foi dada pelo quociente entre 1 e número diferentes de itens ($1/m$).

Com relação ao critério de parada foram utilizados três:

- número máximo de gerações: 1000;
- tempo máximo de execução: 500s;
- convergência: 500 gerações, ou seja, se o algoritmo não melhorar a solução por 500 gerações, ele para.

Apresenta-se, a seguir, o pseudocódigo do SingleGA:

Procedimento SingleGA

- 1 Gere os indivíduos da população de padrões aleatoriamente;
- 2 Gere os indivíduos da população de soluções aleatoriamente;
- 3 Calcule a função objetivo dos indivíduos soluções;
- 4 Selecione os indivíduos soluções genitores;
- 5 Utilize operadores de recombinação e mutação para gerar novas soluções;
- 6 Atualize a população;
- 7 Se algum critério de parada for satisfeito, PARE a execução do algoritmo;
- 8 Senão, retorne ao passo 3.

Fim – Procedimento SingleGA

TESTES E RESULTADOS COMPUTACIONAIS

Para a realização dos testes computacionais foram utilizados problemas gerados aleatoriamente pelo CUTGEN1. Geraram-se 18 classes caracterizadas pelos diferentes valores dos parâmetros de entrada do CUTGEN1, contendo cada uma 100 problemas, totalizando 1800 testes para aferir a qualidade do SingleGA.

O CUTGEN1 foi desenvolvido por Gau e Wascher (1995) devido a uma pequena quantidade de exemplos disponíveis na literatura de problemas-testes para os problemas de corte unidimensional. Ele é uma ferramenta que gera um conjunto de exemplos com propriedades específicas e dados padrão para serem utilizados pelos problemas de corte unidimensional, objetivando uma comparação mais aproximada e justa entre os métodos avaliados e para comparações com produções futuras.

Os resultados do SingleGA serão apresentados com dois novos valores para o custo do setup: $\alpha = 1$, que foi denominado SingleGA01, $\alpha = 5$, chamado de SingleGA05 e com o custo $\alpha = 10$, apresentado em Brandão *et al.* (2009a), que foi denominado SingleGA10. Em todos os casos, o custo do número de objetos processados foi fixado em uma unidade ($c_1 = 1$). O valor de α visa penalizar o número de padrões diferentes.

Para efeito de avaliação da qualidade do SingleGA, na resolução do problema de corte mencionado na seção 2, o mesmo foi comparado com quatro métodos diferentes encontrados na literatura, e descritos a seguir:

- I. SHP: programado na linguagem FORTRAN, utilizando o compilador g77 para Linux, num microcomputador AMD AthlonXP 1800 MHz com 512 de memória RAM. Método baseado em uma técnica exaustiva, na qual, a cada iteração, calculam-se alguns parâmetros de aspiração, fazendo uma busca por padrões de corte que satisfaçam tais parâmetros até que se atenda toda a demanda (Haessler, 1975);
- II. Kombi234: código em MODULA-2 em MS-DOS 6.0 utilizando um IBM 486/66. Método baseado na combinação de padrões visando diminuir o *setup* de uma solução inicial. Ele tem por base o fato das somas das frequências dos padrões resultantes serem as mesmas das frequências dos padrões originais, mantendo assim, o número de objetos processados constante, com uma possível redução de *setup*, ou seja, reduz-se o número de padrões para realização da mesma demanda original (Foerster e Wascher, 2000).
- III. ANLCP300: programado na linguagem FORTRAN, utilizando o compilador g77 para Linux, num microcomputador AMD AthlonXP 1800 MHz com 512 de memória RAM. Método proposto por Salles Neto e Moretti (2005), o qual busca minimizar o número de objetos processados e o *setup* através da aplicação, do método lagrangiano aumentado num problema com função objetivo, proposta por Haessler (1975), suavizada. O ANLCP300 adapta o método de geração de colunas de Gilmore e Gomory (1961; 1963) e para a obtenção de uma solução viável utiliza uma simples heurística de arredondamento.
- IV. Symbio10: implementado na linguagem FORTRAN, utilizando compilador Microsoft FORTRAN Power Station num microcomputador AMD SEMPRON 2300+ 1533MHz com 640 MB de memória RAM. É um método formado por dois algoritmos genéticos que, baseado num processo simbiótico entre duas populações de espécies diferentes, gera seus próprios padrões em conjunto com soluções para o problema (Golfeto *et al.*, 2007).

A Tabela 1 apresenta a média dos números de objetos processados e do *setup* para os 100 problemas de cada uma das classes.

O custo total médio foi calculado para aferir a qualidade e desempenho do SingleGA tratando, ao mesmo tempo, os dois objetivos para efeito de comparação do valor da função objetivo com os demais métodos.

O custo total é o custo da função objetivo e seu cálculo é realizado pela seguinte expressão, representada pela equação 3:

$$custo_{total} = c_1 \times obj_{media} + \alpha \times setup_{media} \quad (3)$$

sendo:

obj_{media} a média do número de objetos processados entre os 100 problemas de cada classe;

$setup_{media}$ a média do número de $setup$ entre os 100 problemas de cada classe.

A expressão utilizada para o cálculo da variação do custo total está representada por (4):

$$100 \times \left(\frac{CustoTotalSingleGA - CustoTotalmetcomparado}{CustoTotalSingleGA} \right) \quad (4)$$

classe	SHP		Kombi234		ANLCP300		Symbio01		Symbio05		Symbio10		SingleGA01		SingleGA05		SingleGA10	
	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup	objetos	setup
1	14,17	3,95	11,49	3,40	14,30	3,02	12,59	3,09	14,19	2,02	14,84	1,85	13,48	3,07	15,15	2,19	15,56	1,97
2	116,47	5,94	110,25	7,81	121,48	4,50	115,17	6,11	116,26	5,28	117,8	4,68	121,05	5,50	125,33	4,17	127,36	3,78
3	25,29	5,00	22,13	4,84	25,14	4,84	25,96	5,74	27,43	4,8	28,23	4,47	27,55	6,22	30,33	4,57	32,5	4,18
4	255,33	7,31	215,93	7,28	224,86	7,28	235,93	10,59	236,89	9,86	239,72	9,36	260,55	9,38	268,02	8,00	269,73	7,10
5	46,89	6,87	42,96	10,75	45,66	7,02	57,17	9,89	60,85	8,44	61,42	8,23	63,47	10,89	66,57	8,69	71,14	7,79
6	433,59	10,81	424,71	25,44	432,72	10,92	472,95	30,07	518,81	14,16	518,85	14,08	613,42	14,71	618,21	13,39	623,58	12,36
7	55,84	8,84	50,21	7,90	51,54	5,54	51,58	6,36	53,04	5,48	53,75	5,21	52,25	5,87	53,75	5,46	54,23	5,35
8	515,76	9,76	499,52	9,96	495,94	8,00	510,5	8,51	512,92	8,16	514,65	7,76	512,94	6,80	515,62	6,40	518,21	6,07
9	108,54	17,19	93,67	15,03	114,52	10,58	99,36	10,94	99,41	10,47	101,62	10,01	101,22	10,68	103,72	9,74	104,63	9,39
10	1001,59	19,37	932,32	19,28	969,2	13,96	970,57	16,7	975,56	16,28	975,72	16,04	1019,5	14,49	1018,37	15,06	1032,00	13,34
11	202,80	32,20	176,97	28,74	231,84	20,00	198,26	23,04	201,43	22,24	201,44	21,56	231,12	29,80	249,5	26,42	249,01	24,02
12	1873,05	37,25	1766,20	37,31	1861,2	23,68	1932,16	32,93	1932,79	31,74	1917,4	31,52	2428,78	35,62	2342,27	35,33	2462,6	34,58
13	69,97	9,38	63,27	8,97	70,54	5,64	65,32	7,28	66,51	6,70	67,32	6,68	65,65	7,05	66,97	6,64	67,63	6,56
14	643,55	9,85	632,12	10,32	634,02	7,92	646,77	8,62	646,31	8,30	650,52	8,21	648,37	7,78	650,43	7,48	652,43	7,22
15	136,05	18,03	119,43	16,88	127,38	9,92	127,39	13,66	128,43	13,18	128,87	12,99	128,03	13,77	129,70	13,10	130,16	12,90
16	1253,55	19,63	1191,8	19,91	1194,74	13,88	1254,69	16,68	1253,79	16,57	1251,9	16,34	1294,64	18,16	1303,20	16,39	1301,9	15,33
17	256,01	34,39	224,68	31,46	297,58	22,6	244,49	27,22	248,67	25,82	247,62	25,62	266,34	30,12	271,00	26,83	270,00	25,86
18	2381,54	38,23	2342,4	38,28	2430,04	27,44	2414,07	32,7	2419,34	32,03	2422,41	32,18	2761,4	36,75	2753,89	35,82	2751,5	33,76

Tabela 1
Média dos números de objetos processados e do $setup$

Para uma melhor visualização do desempenho do SingleGA, nas tabelas de variações percentuais utilizou-se um esquema de cores cujo significado está

descrito a seguir. Os valores negativos encontrados nas tabelas de variação percentual indicam que o SingleGA é melhor que o método comparado.

COR	SIGNIFICADO
	O SingleGA é melhor
	As diferenças percentuais são pequenas
	A diferença é nula ou praticamente nula
	O SingleGA é pior
	Quantidade de classes em que o SingleGA foi melhor
	O valor das diferenças percentuais

Legenda de cores

A Tabela 2 traz a média do custo total para $c_1 = 1$ e $\alpha = 1$. E, para um melhor compreender estes valores, a Tabela 3 apresenta a variação percentual do

custo total do SingleGA01 em relação aos métodos SHP, Kombi234, ANLCP300 e Symbio01, o que torna mais fácil a análise de desempenho do método.

CLASSE	SHP	Kombi234	ANLCP300	Symbio01	SingleGA01
1	18,12	14,89	17,32	15,68	16,55
2	122,41	118,06	125,98	121,28	126,55
3	30,29	26,97	29,98	31,70	33,77
4	262,64	223,21	232,14	246,52	269,93
5	53,76	53,71	52,68	67,06	74,36
6	444,40	450,15	443,64	503,02	628,13
7	64,68	58,11	57,08	57,94	58,12
8	525,52	509,48	503,94	519,01	519,74
9	125,73	108,70	125,10	110,30	111,90
10	1020,96	951,60	983,16	987,27	1033,99
11	235,00	205,71	251,84	221,30	260,92
12	1910,30	1803,51	1884,88	1965,09	2464,40
13	79,35	72,24	76,18	72,60	72,70
14	653,40	642,44	641,94	655,39	656,15
15	154,08	136,31	137,30	141,05	141,80
16	1273,18	1211,71	1208,62	1271,37	1312,80
17	290,40	256,14	320,18	271,71	296,46
18	2419,77	2380,68	2457,48	2446,77	2798,15

Tabela 2
Médias do custo total para $c_1 = 1$ e $\alpha = 1$.

Classe	%SHP	%Kombi234	%ANLCP300	%Symbio01
1	-9,4864	10,03021	-4,65257	5,25679758
2	3,271434	6,708811	0,450415	4,16436191
3	10,305	20,13622	11,22298	6,12970092
4	2,7007	17,30819	13,99993	8,67261883
5	27,70307	27,77031	29,15546	9,81710597
6	29,25031	28,3349	29,37131	19,9178514
7	-11,287	0,017206	1,789401	0,30970406
8	-1,11209	1,974064	3,039982	0,14045484
9	-12,3592	2,859696	-11,7962	1,42984808
10	1,260167	7,968162	4,915908	4,51841894
11	9,934079	21,15974	3,479994	15,184731
12	22,48417	26,81748	23,51566	20,2609154
13	-9,14718	0,632737	-4,7868	0,13755158
14	0,419111	2,089461	2,165663	0,11582717
15	-8,66008	3,87165	3,173484	0,52891396
16	3,017977	7,700335	7,93571	3,15585009
17	2,044121	13,60049	-8,00108	8,34851245
18	13,52251	14,9195	12,17483	12,5575827
Supera em:	6	0	4	0
Dif % =	(6) 3,5%	(5) 3%	(6) 3,5%	(6) 1,5%

Tabela 3
Variação percentual do custo total do SingleGA01 em relação aos demais métodos para $c_1 = 1$ e $\alpha = 1$.

Neste caso, ($c_1 = 1$ e $\alpha = 1$) o SingleGA01 foi melhor em 6 classes que o SHP, e em outras 6 teve uma diferença inferior a 3,5%; quanto ao ANLCP300, foi melhor em 4 classes e em 6 apresentou diferença menor que 3,5%. Embora não tenha apresentado

melhores resultados quando comparado com o Kombi234 e o Symbio01, a diferença percentual do primeiro em 5 classes foi de 3%, enquanto no último esta diferença caiu para 1,5% em 6 classes.

A Tabela 4 apresenta a média do custo total para ($c_1 = 1$ e $\alpha = 5$), e com os mesmos objetivos acima, a Tabela 5 traz a variação percentual destas médias. Aqui o SingleGA analisado é o SingleGA05.

Para os custos $c_1 = 1$ e $\alpha = 5$, o custo total do SingleGA05 apresentou melhores resultados em 9 classes do SHP e na classe 2 obteve praticamente o

mesmo resultado (0,006841%). Já no Kombi234 ela foi superior em 7 classes, e no ANLCP300 em 3 classes, e em outras 5 classes a diferença percentual foi de 2,3%. Finalmente, ao ser confrontado com o Symbio05, foi melhor em 1 classe, em 2 classes (13 e 14) teve resultados praticamente iguais, e em mais 3 apresentou uma diferença de apenas 0,7%.

CLASSE	SHP	Kombi234	ANLCP300	Symbio05	SingleGA05
1	33,92	28,49	29,40	24,29	26,10
2	146,17	149,30	143,98	142,66	146,18
3	50,29	46,33	49,34	51,43	53,18
4	291,88	252,33	261,26	286,19	308,02
5	81,24	96,71	80,76	103,05	110,02
6	487,64	551,91	487,32	589,61	685,16
7	100,04	89,71	79,24	80,44	81,05
8	564,56	549,32	535,94	553,72	547,62
9	194,49	168,82	167,42	151,76	152,42
10	1098,44	1028,72	1039,00	1056,96	1093,67
11	363,80	320,67	331,84	312,63	381,60
12	2059,30	1952,75	1979,60	2091,49	2518,92
13	116,87	108,12	98,74	100,01	100,17
14	692,80	683,72	673,62	687,81	687,83
15	226,20	203,83	176,98	194,33	195,20
16	1351,70	1291,35	1264,14	1336,64	1385,15
17	427,96	381,98	410,58	377,77	405,15
18	2572,69	2533,80	2567,24	2579,49	2932,99

Tabela 4
Médias do custo total para $c_1 = 1$ e $\alpha = 5$.

Classe	%SHP	%Kombi234	%ANLCP300	%Symbio05
1	-29,9617	-9,1570881	-12,6436782	6,9348659
2	0,006841	-2,1343549	1,504993843	2,4079901
3	5,434374	12,8807823	7,220759684	3,2907108
4	5,239919	18,0799948	15,18083241	7,0872021
5	26,15888	12,0978004	26,59516452	6,3352118
6	28,8283	19,4480121	28,8750073	13,945648
7	-23,43	-10,684762	2,233189389	0,7526218
8	-3,09339	-0,3104342	2,132865856	-1,1139111
9	-27,6014	-10,759743	-9,84122819	0,433014
10	-0,43615	5,93872009	4,998765624	3,3565884
11	4,66457	15,9669811	13,03983229	18,073899
12	18,24671	22,4766964	21,41076334	16,96878
13	-16,6717	-7,9365079	1,427573126	0,1597285
14	-0,72256	0,59753137	2,065917451	0,0029077
15	-15,8811	-4,4211066	9,334016393	0,4456967
16	2,414901	6,77182977	8,736237953	3,5021478
17	-5,63001	5,71886955	-1,34024435	6,7579909
18	12,28439	13,610343	12,47020958	12,052547
Supera em:	9	7	3	1
Dif % =	1 =		(5) 2,3%	(3) 0,7% 2 =

Tabela 5
Variação percentual do custo total do SingleGA05 em relação aos demais métodos para $c_1 = 1$ e $\alpha = 5$.

A Tabela 6 traz a média do custo total para $c_1 = 1$ e $\alpha = 10$, e com os mesmos objetivos anteriores,

e a Tabela 7 apresenta a variação percentual destas médias. Aqui, o SingleGA analisado é o SingleGA10.

CLASSE	SHP	Kombi234	ANLCP300	Symbio10	SingleGA10
1	53,67	45,49	44,50	33,34	35,26
2	175,87	188,35	166,48	164,60	165,16
3	75,29	70,53	73,54	72,93	74,30
4	328,43	288,73	297,66	333,32	340,73
5	115,59	150,46	115,86	143,72	149,04
6	541,69	679,11	541,92	659,65	747,18
7	144,24	129,21	106,94	105,85	107,73
8	613,36	599,12	575,94	592,25	578,91
9	280,44	243,97	220,32	201,72	198,53
10	1195,29	1125,12	1108,8	1136,12	1165,38
11	524,80	464,37	431,84	417,04	489,21
12	2245,55	2139,3	2098,00	2232,60	2808,36
13	163,77	152,97	126,94	134,12	133,23
14	742,05	735,32	713,22	732,62	724,63
15	316,35	288,23	226,58	258,77	259,16
16	1449,85	1390,9	1333,54	1415,3	1455,24
17	599,91	539,28	523,58	503,82	528,60
18	2763,84	2725,20	2704,44	2744,21	3089,09

Tabela 6
Médias do custo total para $c_1 = 1$ e $\alpha = 10$.

Classe	%SHP	%Kombi234	%ANLCP300	%Symbio10
1	-52,2121	-29,013046	-26,2053318	5,44526376
2	-6,48462	-14,04093	-0,79922499	0,33906515
3	-1,33244	5,07402423	1,022880215	1,84387618
4	3,609896	15,2613506	12,64050715	2,17474247
5	22,44364	-0,9527644	22,26247987	3,56951154
6	27,50207	9,11025456	27,47129206	11,714714
7	-33,8903	-19,938736	0,733314768	1,7451035
8	-5,95084	-3,4910435	0,513033114	-2,3043306
9	-41,2582	-22,888228	-10,9756712	-1,6068101
10	-2,56654	3,45466715	4,855068733	2,51076902
11	-7,27499	5,07757405	11,72707017	14,7523558
12	20,04052	23,8238687	25,29447792	20,5016451
13	-22,9228	-14,816483	4,721158898	-0,6680177
14	-2,40399	-1,4752356	1,574596691	-1,1026317
15	-22,0674	-11,217009	12,57138447	0,15048619
16	0,370386	4,42126385	8,362881724	2,74456447
17	-13,4904	-2,0204313	0,949678396	4,68785471
18	10,52899	11,7798446	12,45188713	11,164453
Supera em:	12	10	3	4
Dif % =	(1) 0,4%		(5) 2%	(6) 2,8% 1=

Tabela 7
Variação percentual do custo total do SingleGA10 em relação aos demais métodos para $c_1 = 1$ e $\alpha = 10$

A média do custo total do SingleGA10 ($c_1 = 1$ e $\alpha = 10$), apresentada na Tabela 6, mostra resultados melhores ao serem comparados com custos de *setup* 1 e 5. Os resultados obtidos pelo SingleGA10 foram melhores que o SHP em 12 classes e em mais uma, na classe 16, apresentou um diferença de apenas 0,4%. Superou o Kombi234 em 10 classes, o ANLCP300 em 3 classes, e, neste último, em mais 5 classes apresentou uma diferença inferior a 2%. E em relação ao Symbio10, foi superior em 4 classes, e, em 7, a diferença apresentada foi inferior a 3%.

O SingleGA10 foi melhor que o Kombi234 e o SHP na maioria das classes, enquanto em relação ao ANLCP300 e Symbio10 o mesmo não ocorreu.

Com as variações do custo de *setup* notou-se que à medida que se aumenta o custo de *setup*, aumenta-se também a performance do método. Além disso, observou-se que para custos de *setup* menores, o método se assemelhou ao comportamento do SHP e do ANLCP300. No entanto, com o aumento deste custo, o método piorou seu desempenho em relação ao ANLCP300 e foi melhorando progressivamente em relação aos demais métodos.

Devido às pequenas diferenças das variações percentuais encontradas, analisou-se graficamente (Gráficos 1 a 3) o comportamento do SingleGA com os demais métodos, e percebeu-se que o desempenho dos métodos praticamente se igualam. As maiores diferenças apresentadas pelo SingleGA em relação a todos os outros se encontram na classe 12 e 18. O mesmo ocorre para a comparação entre as variações do SingleGA (Gráfico 4).

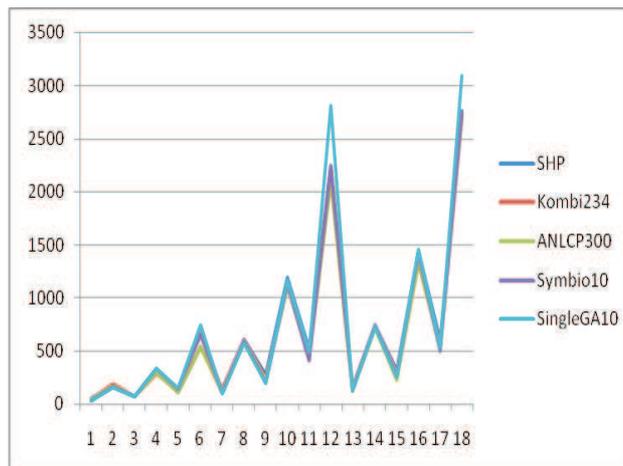


Gráfico 2
SingleGA05 x demais métodos

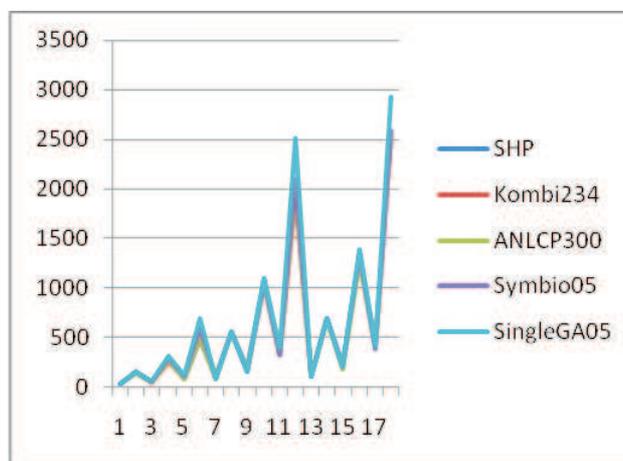


Gráfico 3
SingleGA10 x demais métodos

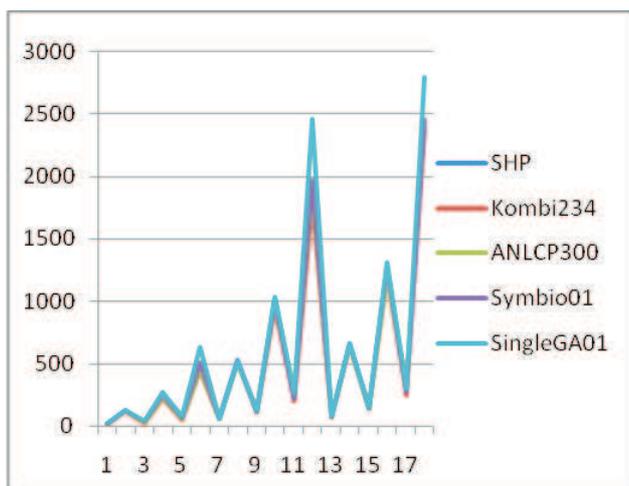


Gráfico 1
SingleGA01 x demais métodos

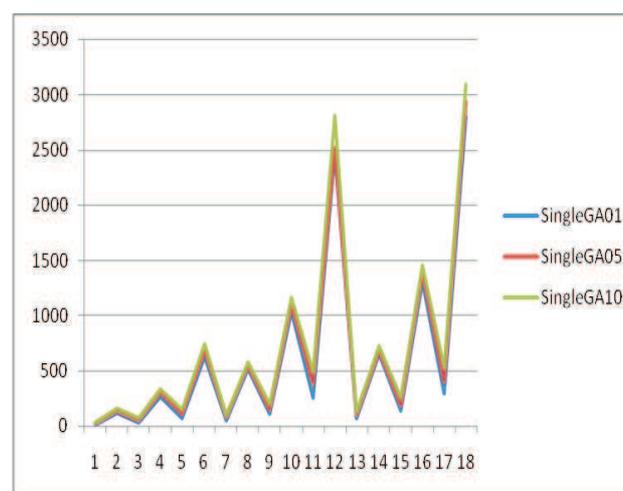


Gráfico 4
Variações do SingleGA

Quando comparados os resultados obtidos com o SingleGA10 e os novos custos testados (custos menores) com os demais métodos, notou-se que o SingleGA apresentou seus melhores resultados à medida que este valor foi aumentando.

O tempo computacional médio dos métodos, em segundos, de cada uma das 18 classes encontra-se na Tabela 8. Esse tempo tem caráter apenas ilustrativo e informativo. Ele não pode ser utilizado para efeito comparativo, pois, cada método utiliza plataformas e linguagens de implementação diferentes.

CLASSE	SHP	Kombi234	ANLCP300	Symbio05	SingleGA05
1	0,01	0,14	1,12	18,54	27,80
2	0,08	1,14	3,17	37,88	54,02
3	0,17	1,74	0,89	33,25	162,06
4	0,21	16,00	1,15	68,11	202,95
5	0,27	38,03	0,64	58,29	432,39
6	0,31	379,17	0,910	158,04	478,96
7	0,01	0,07	18,10	19,62	33,54
8	0,02	0,20	11,78	48,48	60,93
9	0,04	3,37	105,49	38,75	251,31
10	0,06	3,25	106,59	127,25	232,50
11	0,22	36,26	216,97	117,25	494,78
12	0,32	76,31	376,04	426,08	477,83
13	0,01	0,08	7,43	17,66	13,40
14	0,02	0,13	2,02	31,19	19,33
15	0,03	1,81	60,02	41,12	47,17
16	0,04	2,60	39,87	133,9	63,58
17	0,16	50,93	267,00	153,45	129,13
18	0,24	70,94	538,92	388,89	206,79

Tabela 8
Tempo médio em segundos
dos métodos

CONCLUSÕES

O estudo com novos custos de *setup* mostrou que o SingleGA apresentou um bom comportamento quando comparado com os demais métodos; no entanto, quanto maior o custo de *setup*, maior a performance do método. Com o aumento do *setup*, o método piorou seu desempenho em relação ao ANLCP300 e foi melhorando progressivamente em relação aos demais métodos.

As análises gráficas realizadas mostraram o bom desempenho do método com todos os custos testados, e deixam mais evidente que são pequenas as variações percentuais para a maioria das classes quando comparado com os outros métodos, validando, assim, o SingleGA. No entanto, sua grande desvantagem em relação aos demais métodos comparados é o

tempo computacional. Acredita-se que a escolha dos parâmetros e os operadores genéticos adotados possam ser os responsáveis por esse alto custo computacional, principalmente o operador de seleção que seleciona sempre os mais aptos, prejudicando, assim, a diversidade da população.

O método atendeu aos objetivos pretendidos, no entanto, notou-se que é possível refiná-lo e apresentar resultados superiores aos encontrados, com um estudo ainda mais aprofundado dos parâmetros como tamanho da população, operadores genéticos e suas respectivas taxas.

E, baseado nos resultados computacionais apresentados, pode-se afirmar que o SingleGA é competitivo e promissor no ramo de Problemas de Corte unidimensionais.

Referências bibliográficas

- ALLABY, M. *Dictionary of ecology*. New York: Oxford University Press, 1998.
- BLUM, C.; ROLI, A. Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison. *ACM Computing Surveys*, v.35, n.3, p.268-308, 2003.
- BRANDÃO, J.S. *Aplicação de algoritmos genéticos para minimização do número de objetos processados e o setup num problema de corte unidimensional*. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional). Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Nova Friburgo, 2009.
- BRANDÃO, J. S.; COELHO, A. M., VASCONCELOS, J.F.V., SACCO, W.F. *Resolução de um problema de corte unidimensional para minimização do número de objetos processados e o setup via Algoritmo Genético*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL e LOGÍSTICA DA MARINHA, 2009. Anais do Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, 2009a.
- CARNEIRO, S. A. *Problema de corte via algoritmo genético*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1994.
- COELHO, A.M. *Uma abordagem via algoritmos meméticos para a solução do problema de horário escolar*. 2006. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- DYCKHOFF, H. A typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operation Research*, v.444, p.145-159, 1990.
- FERREIRA, A. B. H. *Novo dicionário Aurélio Século XXI*. 3 ed. São Paulo: Nova Fronteira, 1999.
- FOERSTER, H.; WASCHER, G. Pattern reduction in one-dimensional cutting-stock problem. *International Journal of Prod. Res.*, v.38, p.1657-1676, 2000.
- GAU, T.; WASCHER, G. CUTGEN1: A problem generator for the standard one-dimensional cutting stock problem. *European Journal of Operational Research*, v.84, p.572-579, 1995.
- GILMORE, P.C.; GOMORY, R.E. A linear programming approach to the cutting stock problem I. *Operations Research*, v.9, p.849-859, 1961.
- _____. A linear programming approach to the cutting stock problem II. *Operations Research*, v.11, p.863-888, 1963.
- GOLFETO, R. R.; MORETTI, A. C.; SALLES NETO, L. L. *Algoritmo genético simbiótico aplicado ao problema de corte unidimensional*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 39, 2007. Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional 2007.
- HAESSLER, R. Controlling cutting pattern changes in one-dimensional trim problems. *Operations Research*, v.23, p.483-493, 1975.
- HOLLAND, J.H. *Adaptation in natural and artificial systems*. Michigan: University of Michigan Press, 1975.
- KANTOROVICH, L.V. Mathematical methods of organizing and planning production. *Management Science*, v.6, p.366-422, 1960.
- PIANKA, E. R. *Evolutionary ecology*. New York: HarperCollins, 1994.
- SALLES NETO, L. L. *Modelo não linear para minimizar o número de objetos processados e o setup num problema de corte unidimensional*. 2005. Tese (Doutorado). Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- WÄSCHER, G.; GAU, T. Heuristics for the integer one-dimensional cutting stock problem: a computational study. *OR Spektrum*, v.18, p.131-144. 1996.
- WÄSCHER, G.; HAUBNER, H.; SCHUMANN, H. An improved typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*, v.183, p.1109-1130, 2007.
- WALL, M. *A C++ library of genetic algorithm components*. Massachusetts Institute of Technology. Mechanical Engineering Department, 1996.

Dados dos autores

Julliany Sales Brandão (jbrandao@cefet-rj.br), analista de Tecnologia da Informação do CEFET/RJ, é graduada em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2006) e mestre em Modelagem Computacional pela Universidade do Estado do Rio Janeiro (2009).

Alessandra Martins Coelho (ale_contatos@ig.com.br), assistente em administração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas / Campus Rio Pomba, é graduada em Tecnologia em Processamento de Dados pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (1999), especialista em Informática na Agropecuária pela Universidade Federal de Lavras (2000), Licenciada em Informática pelo CEFET/PR (2000), mestre em Modelagem Matemática e Computacional pelo CEFET/MG (2006).

João Flávio V. Vasconcellos (jflavio@iprj.uerj.br) é Professor Adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Membro do Comitê de Ciências Térmicas da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas. Graduado, mestre e doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989; 1993; 1999), fez pós-doutorado na James Cook University of North Queensland, Austrália.

Wagner Figueiredo (wfsacco@iprj.uerj.br) é Professor Visitante do Instituto Politécnico da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Graduado em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, mestre e doutor em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000; 2004), fez pós-doutorado no Georgia Institute of Technology (2004-2006).

MALHA COMPUTACIONAL: FERRAMENTA DE E-CIÊNCIA

ENTREVISTA COM DIEGO CARVALHO

Diego Carvalho é professor assistente do Departamento de Engenharia de Produção do CEFET/RJ. Graduado em Engenharia de Produção (Escola Politécnica da UFRJ, 1998), mestre em Engenharia de Sistemas e Computação (PESC/COPPE/UFRJ, 2004), doutorando em Engenharia de Sistemas e Computação, trabalhou com ciência da computação em sistemas distribuídos de aquisição de dados em tempo real no

experimento DELPHI do Centro Europeu de Pesquisa Nuclear (CERN), além de gerenciar infraestruturas computacionais em projetos europeus de computação em malha (EELA e EELA-2 – www.eu-eela.eu) e na Iniciativa de Grid da América Latina e do Caribe (IGALC – www.igalc.org). Sua experiência profissional cobre diversas áreas, entre elas: orientação a objetos, sistemas distribuídos, engenharia de redes, arquiteturas paralelas e tecnologias de computação em malhas. Ele é membro do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) desde 2000.



A unificação de teorias, experimentos e simulação viabiliza a extensão das fronteiras atuais da ciência. Essa nova maneira de se fazer ciência é chamada de ciência eletrônica ou, simplesmente, e-ciência.

T&C – Acompanhando o trabalho de pesquisadores, verifica-se que, cada vez mais, eles têm se valido da simulação em seu fazer científico. Estamos vivenciando um novo momento da ciência?

Diego – A simulação se tornou uma ferramenta fundamental em diversas áreas da ciência atual por causa do aumento do poder computacional disponível e da evolução das técnicas de computação. Contudo, não é a simulação sozinha que tem modificado o "fazer científico". Para entender o que está acontecendo, podemos fazer uma breve retrospectiva histórica. Há 1.000 anos, a ciência era feita somente com a descrição empírica dos fenômenos naturais. Nos últimos 300 anos, ocorreram mudanças no modo de conhecer, uma revolução em que modelos, teorias e generalizações foram consolidadas. Já nas últimas décadas, devido à popularização do computador, a simulação teve um papel crescente no processo científico, ajudando a exploração de fenômenos complexos. Nos dias de hoje, o que está ocorrendo pode ser encarado como uma nova revolução, em que a unificação de teorias, experimentos e simulação viabiliza a extensão das fronteiras atuais da ciência. Essa nova maneira de se fazer ciência é chamada de ciência eletrônica ou, simplesmente, e-ciência.

T&C – Como se poderia caracterizar, de forma breve, a e-ciência?

Diego – O termo e-ciência é utilizado para descrever toda a ciência que necessita intensamente de ferramentas computacionais, produz um grande volume de dados e é efetuada em ambientes distribuídos de colaboração. Essas dimensões (computação, volume e distribuição) são necessárias para promover a unificação de teorias e experimentos. Um dos exemplos mais famosos é o que vem sendo feito pelos cientistas nas colaborações internacionais de física de altas energias, que giram em torno dos experimentos instalados no acelerador de partículas *Large Hardron Collider* (LHC) do Centro Europeu de

Pesquisa Nuclear (CERN). Esses experimentos geram até 15 Petabytes de dados por ano, o que seria suficiente para se construir uma torre de 21 km de CDs empilhados por ano. Para processar e analisar essa torre de CDs e efetivamente produzir resultados de física, são necessários mais de 100.000 processadores. Para permitir que esses grupos internacionais, com mais de 100 instituições, colaborem sobre os dados, ou simplesmente fazendo o processamento local, tecnologias como computação em malha, ou *grid computing*, foram desenvolvidas por equipes multidisciplinares de cientistas da computação, físicos, engenheiros, químicos, biólogos, etc. Continuando com o exemplo do LHC, temos, no dia de hoje, dados sendo coletados nos experimentos e copiados em centros de processamento distribuídos no mundo, em torno de 10 centros, e, depois, o que está pronto para ser analisado pelos cientistas tem o processamento distribuído em mais de 200 localidades.

T&C – Em que outros aspectos a utilização de uma malha computacional favorece a pesquisa?

Diego – Uma malha computacional é por definição uma infraestrutura de computadores e redes capaz de fornecer uma enorme quantidade de recursos computacionais de maneira não trivial. É exatamente esse poder computacional não trivial que é necessário para a unificação de teorias, experimentos e dados – base dessa nova revolução científica. Dessa maneira, a malha computacional viabiliza a pesquisa, tornando-se ferramenta fundamental para o seu desenvolvimento. Por outro lado, existem diversos efeitos colaterais das malhas, que são explorados por todos.

A malha é montada com a conexão dos computadores de diversas instituições espalhadas geograficamente mediante redes como a Internet, por exemplo. Essa natureza distribuída permite contrabalançar os efeitos de escala (com instalações elétricas, refrigeração e pessoal), passíveis de ocorrer ao se concentrar todos os computadores em um único lugar. A distribuição geográfica facilita, ainda, o comprometimento de recursos nas colaborações, pois não precisamos exportar nossos compromissos em computadores para algum lugar fora da instituição. Outro fato importante é que, para aumentar a confiabilidade do sistema, não colocamos todos os "ovos no mesmo cesto". Todos esses fatores juntos justificam a criação de um sistema distribuído.

Hoje, conseguimos colocar facilmente 10.000 processadores em um único lugar. Um exemplo é o Centro de Computação de Lyon (CC-IN2P3), que apresenta uma dezena de Petabytes de armazenamento além dos 10.000 processadores. Esse Centro consome 7.500A de corrente, totalizando uma potência instalada de 1,6MW. Ele é operado por 70 pessoas, com um custo anual total de 12 milhões de euros. Contudo, não poderíamos construir um centro dez vezes maior para abrigar os 100.000 processadores que o LHC vai utilizar. O primeiro problema seria construir uma pequena hidrelétrica para fornecer os 16MW necessários. Depois, teríamos que enfrentar os outros problemas, como refrigeração, emissão de carbono, custo não linear da infraestrutura, espaço, etc. Em vez disso, podemos construir 10 Centros de Lyon espalhados pelo mundo, aproveitando até recursos naturais para enfrentar os problemas citados. Na verdade, esse raciocínio não é uma mera especulação, ele é pura realidade, e foi exatamente isso que foi feito com os 10 centros de processamento de dados do LHC. No que diz respeito ao objeto da pesquisa, a distribuição geográfica às vezes gera alguns problemas do ponto de vista da ciência da computação. Temos aplicações que trabalham com dados médicos, e a legislação em cada país é diferente em relação à proteção da individualidade. Nesses casos, temos que usar ferramentas que criptografam os dados, tornando-os disponíveis somente para os médicos e pacientes envolvidos.

T&C – Além das aplicações no campo da física de altas energias, que áreas do conhecimento estão sendo beneficiadas com as ferramentas de e-ciência?

Diego – Em todo o mundo, diversas áreas vem se beneficiando das ferramentas desenvolvidas para a e-ciência: Astrofísica, Biomedicina, Química Computacional, etc. Cada programa usado em cada área é chamado de aplicação. Temos base de dados com as aplicações que foram desenvolvidas no contexto da América Latina, do Caribe e da Europa. Essa base de dados contempla 1% do que se tem feito na área de e-ciência e, no momento, temos mais de 60 aplicações cadastradas (http://applications.eu-eela.eu/app_list.php?l=20). É impressionante como diversos cientistas estão usando ou experimentando os resultados da computação em malha.

T&C – Seria possível ter o exemplo de uma dessas aplicações e conhecer como está sendo implementada?

Diego – Podemos apresentar exemplos com enorme impacto social. O primeiro seria das doenças negligenciadas, que são um grupo de doenças tropicais endêmicas classificadas pela Organização Mundial da Saúde. Infelizmente essas doenças não apresentam interesse comercial para os laboratórios farmacêuticos e não povoam o universo dos pesquisadores internacionais, já que ocorrem somente nos continentes mais pobres do mundo.

No Brasil, uma das doenças negligenciadas que nos afeta diretamente é a malária, que foi o tema de uma das aplicações mais importantes do *Grid*. Na pesquisa tradicional, diversos compostos químicos são propostos para se combinar ao Plasmodium, causador da doença. Com um composto desses acoplado ao parasita, os cientistas tentam bloquear o funcionamento do mesmo, levando o protozoário ao óbito. O problema é que o teste de cada composto demora mais de cinco anos no laboratório (*in vitro*). Por outro lado, podemos usar técnicas de simulação para tentar reproduzir parcialmente o teste *in vitro*. Essa técnica não seria conclusiva. Contudo, os cientistas teriam acesso a uma idéia das possibilidades de um composto funcionar. Portanto, seria possível comparar as chances potenciais de diversos compostos usando as técnicas de simulação. Na prática, cada simulação dessas consome uma quantidade enorme de recursos computacionais. Para efetuar o teste mais simples de um único composto seria necessário um computador dedicado, por aproximadamente 600 dias ininterruptos. Já para se efetuar algum estudo eficiente para se passar para a fase *in vitro* com alguma confiança, seria necessário 30 vezes o esforço computacional de um único composto. É nesse momento que a computação em malha entra em ação, pois podemos efetuar o mesmo trabalho utilizando um paradigma computacional chamado *dividir para conquistar*. Nesse paradigma aplicado ao problema, distribuimos o esforço computacional em diversos processadores, e o que seria 600 x 30 = 18.000 dias de computação passa a ser executado em uma malha com 3.000 computadores. Nem todos os problemas podem ser resolvidos por esse paradigma, mas, nesse caso em específico, podemos executar esse problema na malha de 3.000 computadores em aproximadamente uma semana. Ou seja, depois de uma semana de execução, os cientistas teriam a ordenação de 30 compostos, indicando quais seriam os mais promissores para os testes *in vitro*. Chamamos essa fase de simulação de fase *in silico*, uma alusão ao termo *in vitro* e ao silício, que é a matéria-prima dos processadores.

Em 2006, participamos da gerência de uma das malhas que rodaram um experimento *in silico* para a malária (<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=>

04215460), que se chamou WISDOM (<http://wisdom.eu-eege.fr/malaria/> & <http://knowledge.eu-egi.eu/knowledge/index.php/UC-EELA-WISDOM>). Nesse experimento, a nossa malha foi responsável pelo fornecimento de 228 dias de CPU de processamento.

Como dito anteriormente, só no projeto de que participamos existem 60 aplicações cadastradas que utilizam a malha que montamos. Outros exemplos importantes são os de proteção civil e de gerência de recursos públicos. O primeiro, desenvolvido por um time de portugueses, avalia a propagação do fogo em incêndios na mata, que é um problema de defesa civil em Portugal e nos EUA. Nesses dois países, durante o verão, a umidade da vegetação cai junto com a umidade atmosférica, o que torna a floresta um vetor de propagação de fogo excepcional. Podemos acompanhar nos noticiários que diversas regiões são consumidas pelo fogo nesses países, durante a estação das secas, gerando bilhões de dólares de prejuízo. A aplicação portuguesa chamada CROSS-Fire permite avaliar a extensão do incêndio na mata e prever a sua propagação. Dessa maneira, os organismos de defesa civil podem planejar o curso de ação durante o incêndio e maximizar o emprego de recursos, minimizando os prejuízos. A outra aplicação, SEGHidro, foi portada para o *Grid* pela equipe da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande). Essa aplicação utiliza um modelo desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para previsão meteorológica, que permite aos tomadores de decisão dos governos municipais do Nordeste aperfeiçoar o manejo de recursos hídricos na região do semi-árido. Essas duas aplicações também se aproveitam do paradigma computacional de *dividir para conquistar* e somente dessa maneira, com a redução dos tempos realizada pelo emprego de uma enorme quantidade de recursos computacionais, os modelos desenvolvidos pelos cientistas podem efetivamente ser utilizados pela sociedade.

T&C – Em que países mais está acontecendo o processamento dessa iniciativa de malha computacional?

Diego – A malha computacional é distribuída em todas as instituições que dela participam. Em um dos projetos de que participamos (EELA-2 – www.eu-eela.eu), temos recursos computacionais espalhados por 16 países (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, Espanha, França, Itália, Irlanda, México, Panamá, Peru, Portugal, Venezuela e Uruguai). Na realidade, quando usamos a malha, não sabemos onde as aplicações vão rodar. Sabemos que elas vão rodar e pronto. Em outro

projeto (EGEE-3 – www.eu-eege.org) a que nos associamos, já tivemos nossa aplicação rodando em lugares como Austrália, China, Polônia, Rússia, Suíça e Taiwan. Aqui no Brasil temos recursos computacionais disponíveis nas seguintes instituições: CEFET/RJ, UFCG e UFRJ. Além disso, temos instituições que trabalham no desenvolvimento de novas aplicações. Além das três já citadas, podemos complementar com FIOCRUZ, INCOR/USP, LNCC, SPRACE/UNESP, UnB, UFF e UFJF.

T&C – Como o CEFET/RJ tem se inserido nessa infraestrutura de rede?

Diego – Estamos ativos desde 2006, quando participamos de diversas atividades do projeto EELA (<http://www.eu-eela.org/first-phase.php>). Durante os dois primeiros anos, podemos destacar a direção da primeira escola de computação em malha (<http://www.eu-eela.org/egris1>), a organização de um Workshop sobre operação de malhas (<http://indico.eu-eela.eu/conferenceDisplay.py?confId=104>) e a organização do piloto da infraestrutura. Já em 2008, passamos a ser membros efetivos do consórcio formador do projeto EELA-2 (www.eu-eela.eu). Ele tem por objetivo desenvolver as bases da e-ciência na América Latina e no Caribe, em conjunto com os nossos parceiros europeus. Para atingir esse objetivo, o projeto é dividido em seis atividades: gerência administrativa (NA1), treinamento e disseminação (NA2), desenvolvimento de aplicações (NA3), operação de infraestrutura de *grid* (SA1), provisionamento de redes de computadores (SA2) e desenvolvimento de software (JRA1). Com essas atividades focamos no atendimento das necessidades dos cientistas das duas regiões. O CEFET/RJ é responsável pela operação da infraestrutura de *grid*, ou seja, da malha computacional, em que temos de manter aproximadamente 10.000 processadores, distribuídos em 30 institutos diferentes, funcionando 24 horas por 24, sete dias por semana. Para isso, coordenamos o trabalho de 32 times espalhados pelos dois continentes, garantindo, assim, que a malha possa sempre estar disponível, fornecendo quantidades não triviais de recursos computacionais. É um trabalho muito interessante, pois somos responsáveis pelos protocolos e procedimentos de operação, que devem ser compreendidos corretamente em contextos culturais completamente distintos. Só para se ter uma idéia da complexidade, apesar de o inglês ser a língua oficial do projeto, somente um instituto dos 78 que compõem o consórcio tem essa língua como oficial (University College Cork – Coastal and Marine Resources Centre). Para completar, o

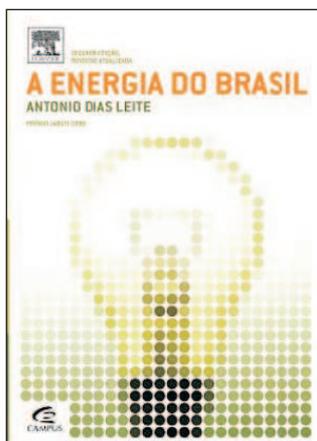
representante desse instituto que interage com o time de operações nasceu na Tunísia e fez graduação na França. Temos uma verdadeira Torre de Babel.

Além do trabalho na operação, nós do Departamento de Engenharia de Produção do CEFET/RJ, desenvolvemos uma aplicação chamada *Industry@Grid*. Essa aplicação apresenta a implementação de diversos algoritmos de pesquisa operacional aplicados diretamente na resolução de problemas da indústria. Dentre os algoritmos, podemos citar um que utiliza o paradigma de *dividir para conquistar* para resolver o problema de mix de produtos. Nesse problema, uma indústria apresenta um grupo de linhas de produção que são capazes de produzir um determinado número de produtos diferentes por custos diversos. Um dos problemas fundamentais é a resposta à seguinte pergunta: qual linha deve produzir qual produto para se maximizar o lucro da atividade? Até esse ponto, apesar de o problema ter características significativas de dificuldades na resolução, ele poderia ser resolvido com um simples computador em alguma dezena de segundos. No caso em que trabalhamos, além das condições anteriores, as linhas de produção apresentam comportamentos estocásticos relacionados à quantidade de produto rejeitado, o que é corriqueiro em indústrias de plásticos, pela natureza dos processos envolvidos. Com essa nova condição, a solução do problema salta para um computador trabalhando por meses. A nossa aplicação, usando o paradigma de *dividir para conquistar*, passa a apresentar soluções para esse novo problema em horas. Com isso, podemos

analisar diversas soluções em um mesmo dia, o que viabiliza o uso da técnica que desenvolvemos para o planejamento mensal da produção das indústrias.

T&C – Visto o alcance da computação em malha, quais as possibilidades de desenvolvimento da e-ciência?

Diego – São infinitas e o uso das ferramentas de e-ciência é inexorável para os cientistas. No projeto EELA-2, nós aprendemos que já existem aplicações em todos os estágios de desenvolvimento. Temos gente trabalhando no estado da arte, no estado das técnicas e no estado das práticas. Por exemplo, comunidades de física de altas energias têm desenvolvido a ciência básica com o uso das malhas computacionais. Nós somos capazes de descobrir novas drogas mais rapidamente e podemos tomar decisões melhores no uso dos recursos hídricos ou da defesa civil. Em outra área, podemos aplicar diretamente na indústria técnicas operacionais que antes eram inviáveis, pois não existia ferramenta computacional que proovesse respostas em tempo hábil. Ou seja, apesar de se usar as malhas para a evolução da ciência, dentro em breve teremos o uso dessas ferramentas por todos. É algo igual ao que aconteceu com a Internet. Quando eu cheguei ao CERN para trabalhar com sistemas de aquisição de dados, poucos fora dos meios acadêmicos conheciam a Internet. Em 94, eu presenciei a explosão da Web na Internet. Hoje, toda a população está apta a usufruir dessa evolução. É com esse objetivo que trabalhamos.



Antonio Dias Leite
A Energia do Brasil
 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007

Carmen Perrotta
 Diretora de Gestão Estratégica do CEFET-RJ

Na edição de 26 de outubro de 2009, chamou-nos a atenção, em página de Economia de *O Globo*, a nota: *Ministro das Minas e Energia de 1969 a 1973, Antonio Dias Leite, que é professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro e em maio completará 90 anos, esteve em Londres para participar do lançamento da versão em inglês do seu livro “Energia no Brasil”. A editora é a Earthscan, e a cerimônia foi na Embaixada do Brasil.*¹

Sabíamos, por intermédio do Comitê Brasileiro do Conselho Mundial de Energia, que o livro estava sendo editado, pois Dias Leite havia aceitado fazer chegar a temática a um público maior, fora do Brasil, a partir de sua obra de referência a respeito da energia no país. Foi, pois, com satisfação, que lemos a sinopse de *Energy in Brazil: Towards a Renewable Energy Dominated System* –, assim apresentada pela Earthscan Publications Ltd.:

Países em acelerado desenvolvimento, como a China e a Índia, são, na realidade, os principais atores no debate sobre o clima, com a possibilidade do pesado aumento de suas emissões de carbono nos próximos anos. Frequentemente incluído nesse número, o Brasil é, porém, um país digno de nota por sua excepcionalmente elevada dependência de energia proveniente de fontes renováveis – quase 50%. No entanto, o fato de que grande parte dessa energia vem de hidrelétricas e biocombustíveis e as recentes descobertas de reservas de petróleo ao largo da costa brasileira são motivo de controvérsia.

Em relato detalhado, Antonio Dias Leite define o desenvolvimento do mix de energia do Brasil. Iniciando pela história da oferta e utilização de

energia, passa, então, a abordar as diversas fontes em particular: energia hídrica, biomassa e outras renováveis, bem como combustíveis fósseis e energia nuclear. Em cada caso, examina crescimento, distribuição, questões ambientais e socioeconômicas (como o desmatamento e o deslocamento de comunidades indígenas) e o potencial de desenvolvimento futuro – destacando o que tem funcionado e o que não. O livro termina por examinar as abordagens brasileiras para a eficiência energética e posicionar o Brasil no contexto mundial.

*Esta é uma importante contribuição para o debate em torno do abrandamento das alterações climáticas, leitura-chave para formuladores de políticas e pesquisadores preocupados com o papel e os impactos futuros de países em rápido desenvolvimento.*²

A Energia do Brasil é a obra de referência que subsidiou a publicação internacional.

Como declarou certa feita Dias Leite, sou muito antigo e tive o privilégio de poder acompanhar de perto a evolução da política energética nacional, inclusive com a oportunidade de participar, em certo período, de sua formulação. É uma história de grandes sucessos e de alguns desastres, de sucessivas reformas institucionais e de crises periódicas de várias naturezas. Encontramos agora nova encruzilhada, que é mais complexa do que as surgidas antes, com maior número de fatores a considerar, tendo em vista a constatação, dramática, da mudança climática, sua relação com emissões de gases de efeito estufa e o clima emocional que daí adveio.³

¹ Coluna de Geoge Vidor, *O Globo*, segunda-feira, 26 de outubro de 2009, p.15.

² In: <http://www.earthscan.co.uk/?TabId=92812&v=497006>. Traduzido do inglês.

³ In: http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/index.php?pg=cl_abre&cd=gggaXd5;CVjkc.

É graças à sua importante vivência acumulada e longeva e profícua atualidade que podemos nos beneficiar dos escritos do Professor Emérito da UFRJ.⁴

Apresentando uma visão panorâmica da evolução da economia e da política energética no Brasil, no século XX, ***A Energia do Brasil*** teve sua primeira edição publicada pela Editora Nova Fronteira, em 1997, que conquistou o Prêmio Jabuti 1998, da Câmara Brasileira do Livro, na Categoria Economia, Administração, Negócios e Direito.

Escrito entre 1990 e 1996, o livro estrutura-se a partir da questão global da energia, do ponto de vista de uma nação em desenvolvimento. Iniciada a análise do passado mais remoto da “era da lenha”, que no Brasil se prolongou por muito mais tempo do que nos países industrializados, sequencialmente vão se apresentando as controvérsias nacionais que se mantiveram acesas, com variantes, e balizaram as decisões de governo – da era Vargas à Nova República. Nessa retrospectiva, o autor estabelece o paralelo, ou a divergência, entre as decisões políticas simultâneas relativas a cada um dos domínios da energia, situando-as sempre no contexto da evolução política e macroeconômica do país: a questão nacionalista, a intervenção direta do Estado mediante empresas públicas e a intervenção com o objetivo de promoção do desenvolvimento setorial ou

nacional. A evolução das políticas tributária e tarifária foi acompanhada passo a passo.

Em 2007, passados dez anos da edição original, a obra foi revista e atualizada, ganhando novos capítulos o livro agora publicado pela Elsevier Editora (Campus). Os acréscimos vinculam-se às profundas transformações no país, entre 1996 e 2006, e ao exame das questões da eficiência energética, da tecnologia e da preservação do meio ambiente, extravazada a matéria específica da energia para a correlação entre o seu uso e os danos ao meio ambiente. Apresentadas as perspectivas de energia no mundo e no Brasil, e frente ao entendimento de que energia e desenvolvimento caminham juntos, com influências recíprocas, a obra conclui com considerações sobre estratégias nacionais possíveis com vistas a uma política de energia compatível com o desenvolvimento sustentável.

Nas palavras de Dias Leite, a atualização da primeira edição do livro se fazia no pressuposto de que o texto poderia ainda ser útil às gerações mais jovens. Acreditamos que sim, na certeza de que, pelo conhecimento da experiência brasileira no desenvolvimento do setor elétrico, será possível a estudantes e professores aprofundar a discussão do sentido de uma matriz energética mais limpa.

⁴ Consulte-se, por exemplo, *Incertezas do Sistema de Energia Elétrica no Brasil*, Texto de Discussão do Setor Elétrico (TDSE), n.7, do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) da UFRJ. Rio de Janeiro, setembro de 2009. In: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/tdse/TDSE7.pdf>.

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática

Dissertação 1

Título: MATERIAL DE EQUACIONAMENTO TÁTIL PARA USUÁRIOS DO SISTEMA BRAILLE

Autor: André Luis Tato Luciano dos Santos

Orientador: Maria da Conceição de Almeida Barbosa-Lima

RESUMO: Este trabalho de pesquisa é oriundo do acompanhamento e observação, em classe e extraclasse, dos alunos deficientes visuais matriculados no curso regular de Ensino Médio oferecido pelo Colégio Pedro II. Durante atividades envolvendo cálculos matemáticos, ligados às aulas de física, foi observada extrema dificuldade no desenvolvimento e registro de dados de algumas equações básicas pelos alunos cuja escrita é feita integralmente no sistema Braille. Tal dificuldade, muitas vezes, era disfarçada nas classes regulares devido ao “auxílio” fornecido pelos demais colegas, que ditavam respostas prontas, reforçando a dependência dos alunos deficientes visuais usuários do sistema Braille, retirando-lhes a autonomia na execução de tarefas e reduzindo seu valor nas atividades em grupo, mesmo não sendo essa a intenção. Durante a realização da pesquisa, também foi constatado que há diferenças entre os sistemas de linguagem escrita de videntes (aqueles que enxergam com os olhos) e de deficientes, as quais também afetam os diversos atos comunicativos estabelecidos no decorrer das aulas. Com o intuito de minimizar essas insuficiências pedagógicas de inclusão e integração escolar, foi pesquisado e elaborado, com acompanhamento contínuo dos alunos usuários do Braille, um material para equacionamento físico-matemático que possibilite a aproximação entre deficientes visuais e videntes, na realização de atividades que exijam equacionamento e análise de dados. Concomitantemente, esse material de pesquisa permite a aproximação da linguagem escrita de discentes e docentes videntes da linguagem escrita no sistema Braille. Somente através da produção de materiais que atendam as necessidades desses alunos, gerando igualdade de possibilidades, podemos ter um ensino realmente inclusivo.

Dissertação 2

Título: HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O USO DA INSTRUMENTAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE APARATO HISTÓRICO-CIENTÍFICO SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Autor: Enoque Rinaldi Duque

Orientador: Andréia Guerra de Moraes

RESUMO: O presente trabalho consiste em caracterizar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as ondas eletromagnéticas, através de um pré-teste, provocar discussões histórico-filosóficas durante os encontros, desenvolver técnicas de montagens e apresentar conceitos sobre o tema central. Para alcançar esses objetivos, dez oficinas foram realizadas. As atividades foram investigativas, laboratório não-estruturado. O trabalho foi inserido dentro de um projeto de iniciação científica desenvolvido no Colégio Granbery. Buscou-se verificar se esta metodologia produziu mudanças significativas nos conhecimentos adquiridos pelos alunos. Os resultados obtidos permitem concluir que ocorreram mudanças positivas nas atitudes dos alunos, eles se mostraram muito interessados pelo trabalho, foram muito questionadores, desenvolveram a informalidade no decorrer da pesquisa e demonstraram ter adquirido os conceitos básicos para compreensão das ondas eletromagnéticas. Isto foi avaliado pela apresentação feita no final do trabalho de pesquisa.

Dissertação 3

Título: ENSINAR CIÊNCIAS PARA OS ALUNOS DO SÉCULO XXI: UMA PROPOSTA TRANSDICIPLINAR QUE ALIA A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA, O TEATRO, A FÍSICA E A QUÍMICA

Autor: Marcio Nasser Medina

Orientador: Marco Antonio Barbosa Braga

RESUMO: Cumpre-se, neste trabalho, defender uma proposta interdisciplinar e transdisciplinar para o ensino de Ciências, para os alunos das primeiras séries do Ensino Médio, já que, por meio de pesquisa de campo e por citações teóricas, percebe-se que não é mais suficiente a mera mecanização de conceitos e normas. Apresenta-se uma proposta metodológica que busca um aprendizado das Ciências útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores sejam instrumentos reais de percepção, interpretação, julgamento, atuação, aprendizado, satisfação e desenvolvimento pessoal. Propõe-se, então, que o Teatro, a História e a Filosofia da Ciência façam parte das aulas sistemáticas com o objetivo de formar cidadãos criativos, capazes de gerenciar os problemas que lhes são apresentados e, principalmente, que aprendam conceitos de forma definitiva, útil, prazerosa, vendo neles aplicabilidade na vida.

Dissertação 4

Título: TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO FUNDAMENTAL – A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE MOVIMENTO, DE ARISTÓTELES A EINSTEIN

Autor: Roberto Soares da Cruz

Orientador: Andréia Guerra de Moraes

RESUMO: O presente trabalho apresenta subsídios para se discutir a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, a partir da discussão de uma proposta pedagógica para a inclusão da teoria da Relatividade Restrita para o 9º ano do ensino fundamental. O trabalho concretizou-se com a construção e aplicação de textos sobre a evolução do conceito de movimento, em que a História da Ciência foi o eixo condutor. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria da aprendizagem significativa crítica, apresentada por Marco Antonio Moreira, serviram de fundamentação teórica e nos auxiliaram tanto na elaboração dos textos quanto na abordagem histórica. Como condutora das discussões sobre FMC, proporcionou aos alunos a oportunidade de refletir sobre a ciência como parte do desenvolvimento humano.

Mestrado em Tecnologia

Dissertação 1

Título: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ESPECIFICAÇÃO DO PROJETO DE PRODUÇÃO DE BONECAS INFANTIS SEGURAS PARA CRIANÇAS DE 0 A 3 ANOS DE IDADE, CONFORME NORMA NM 300:2002

Autor: Daniele Cerqueira de Salles Soares

Orientador: Lilian Martins da Motta Dias

Coorientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: Esta dissertação apresenta uma contribuição para a especificação de projetos que abordem a produção de bonecas infantis para crianças de 0 a 3 anos de idade, conforme a norma NM 300:2002. Para tanto, buscou-se utilizar, como ferramenta, a temática da Qualidade, uma vez que esta em muito contribuiu para o movimento de normalização no Brasil. O processo de melhoria contínua previsto nas normas que abrangem essa temática foi usado, especificamente, para a otimização da produção desse tipo de boneca. As primeiras bonecas identificadas foram fabricadas há 40 mil anos. Consistiam em bonecos feitos de barro e eram utilizados pelo Homo Sapiens. Com o passar dos anos, as bonecas evoluíram, desde fabricadas em barro, massa inquebrável, plástico, até as atuais eletrônicas. Entretanto, os altos índices de não conformidades (cerca de 80% do total dessas bonecas) encontrados nos ensaios de certificação demonstraram que o setor de bonecas de brinquedos, no Brasil, evoluiu pouco em termos de segurança de produto, pois o escopo da NM 300:2002, base normativa para a certificação de brinquedos, é a segurança. Esses índices, bem como o equacionamento de soluções para essa problemática, foram obtidos através de pesquisa exploratória aplicada, com uma abordagem de campo centrada em observações e entrevistas focalizadas, além do apoio de vastas pesquisas bibliográficas e documentais. A descrição dos insumos e dos macrofluxos para a produção dessa boneca só foi possível através da análise minuciosa da norma NM 300:2002. Dessa maneira, espera-se que esta dissertação contribua para a sociedade brasileira como forma de otimização do processo de produção desse tipo de boneca e, também, como um incremento à segurança infantil.

Dissertação 2

Título: IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE UMA REDE VIA SATÉLITE – ESTUDO DE CASO: O BOTICÁRIO

Autor: Carlos Alberto da Costa Rebello

Orientador: Ilda Maria de paiva Almeida Spritzer

RESUMO: As organizações, como sistemas vivos, se relacionam com o meio, formando associações, interagindo e reagindo às pressões de mercado, tecnológicas e sociais para a sua perpetuação. A comunicação é fator essencial neste processo de integração e controle da organização, sobretudo na economia globalizada. Considerando a dinâmica e as constantes modificações do mundo atual, melhor se adaptam às mudanças as organizações que se integram e se fortalecem. Esta dissertação tem por objetivo mapear os resultados da implantação e operação de uma rede convergente de serviços numa cadeia nacional de lojas de varejo franquizadas, baseada em comunicações por satélite utilizando pequenos e versáteis terminais VSAT. Esta rede tem o propósito de ser a base da infraestrutura de comunicações para a integração, otimização, padronização, agilização e crescimento do negócio da empresa. Para atingir este objetivo, será utilizada a metodologia de pesquisa de estudo de caso da empresa *O Boticário*, com a proposta de apresentar a motivação, a estratégia e os resultados dos seus indicadores operacionais.

Dissertação 3

Título: UM ESTUDO SOBRE ATUADORES LINEARES COM MOLAS HELICOIDAIS DE LIGAS COM MEMÓRIA DE FORMA

Autor: Juliana Hoyer Insaurrauld Pereira

Orientador: Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco

Coorientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: O avanço tecnológico observado nos últimos anos tem permitido o desenvolvimento de novos sistemas de atuação e controle baseados em materiais inteligentes. Entre os materiais inteligentes podem-se destacar as ligas com memória de forma (SMAs – Shape Memory Alloys). As SMAs possuem a capacidade de gerar grandes deformações, que estão associadas à transformação de fase induzida por tensão e/ou variações de temperatura. Devido a essa capacidade, as ligas com memória de forma vêm sendo bastante utilizadas em mecanismos de atuação, em diversas áreas. As publicações e patentes registradas na base de dados ISI Web of Science e Derwent Innovations Index (DII) mostram que a tecnologia de atuadores está em franco crescimento. Dentre os atuadores mais estudados, estão os atuadores com ligas de memória de forma, objeto de estudo do trabalho.

Para avaliar o desempenho de atuadores lineares com molas helicoidais com memória de forma é proposto um modelo simplificado para molas helicoidais, no qual o comportamento em cisalhamento é baseado em dois modelos constitutivos com cinética de transformação assumida. O modelo considera que tanto a distribuição da tensão de cisalhamento como a distribuição de fase são constantes na seção do fio da mola. O problema acoplado resultante da modelagem é resolvido através de um esquema numérico baseado no método de partição de operador, considerando-se três problemas desacoplados: Problema Térmico, Problema de Transformação de Fase e Problema Mecânico. Resultados numéricos foram comparados com resultados experimentais. Observa-se uma boa concordância entre os resultados, o que indica que o modelo representa adequadamente o comportamento de molas com memória de forma para os casos estudados.

Dissertação 4

Título: A EVOLUÇÃO DO KITESURF E O PAPEL DO USUÁRIO NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DOS EQUIPAMENTOS

Autor: Wander Vilson Lioy Alcantelado

Orientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: O kitesurf é o mais recente esporte da família dos chamados esportes radicais. Sua difusão mundial ocorrida no final da década de 1990 deve-se ao desenvolvimento tecnológico das pipas de tração para objetivos náuticos. Os esportes radicais surgem na modernidade tardia como uma forma de expressão em resposta à desqualificação diária da vida cotidiana e o do sentimento de homogeneização característico da globalização. A questão existencial da auto-identidade está relacionada com a capacidade do indivíduo de manter em andamento narrativa particular de sua biografia, que vai desde respostas às questões existenciais, passando pelo sentimento de individualização, isto é, o “self”. Trata-se de um estudo exploratório sobre o surgimento de uma nova modalidade esportiva radical náutica. O objetivo geral do trabalho consistiu em discutir o papel dos usuários – “lead users” – no desenvolvimento de novos esportes, limitando-se ao caso do kitesurf, conhecido como o mais recente da categoria dos esportes radicais. Para o contorno do objetivo geral foi necessário: 1) Apresentar o entendimento do que significa o termo “esporte radical” e justificar a intensificação de sua prática na modernidade tardia; 2) Apresentar o que é o kitesurf e como enquadrá-lo como modalidade esportiva; 3) Discorrer sobre a evolução das pipas, passando pelas pipas de tração até o surgimento do kitesurf como uma nova modalidade náutica da categoria dos esportes radicais; 4) Identificar o papel dos usuários líderes – “lead users” – no desenvolvimento da pipa de tração para utilização no kitesurf, a partir de levantamento dos depósitos de patentes realizado no Escritório Europeu de Patentes – EPO. O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, de natureza qualitativa, centrada em estudo de caso. A metodologia baseou-se em duas fases distintas e complementares. Na primeira fase, utilizou-se pesquisa bibliográfica e documental, entre eles, artigos acadêmicos, revistas de kitesurf, sites especializados, entrevistas publicadas de personalidades do esporte e de fóruns de praticantes de kitesurf. Já a segunda fase fundamentou-se na base de documentos patentários classificados nos códigos ECLA – European Classification, B63b35/79W4B e B63b35/79W4B1, do Escritório Europeu de Patentes – EPO. Os resultados da pesquisa confirmaram estudos anteriores em que novos esportes não são desenvolvidos por companhias de equipamentos existentes. O kitesurf deve seu primeiro tipo de equipamento a uma inovação de um usuário. A pesquisa mostrou que existe uma forte influência de inovação de usuários no desenvolvimento de soluções para a prática do kitesurf no período estudado.

Dissertação 5

Título: DETERMINAÇÃO DE INDICADORES REPRESENTATIVOS DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA FINS DE AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL DE IFES NO ÂMBITO DO SINAES

Autor: Rogerio de Castro Melo

Orientador: Leydervan de Souza Xavier

Coorientador: Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer

RESUMO: O paradigma da produção em massa e das organizações centradas em si mesmas não se aplica mais nos tempos atuais. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são vistas como diferencial estratégico para apoio na melhoria dos processos produtivos, no aumento do desempenho, na tomada de decisão e no cumprimento da missão institucional. As Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) devem usar as TICs para apoiar novos processos de aprendizagem, visando à liderança da qualificação da sociedade da informação no Brasil e à implementação de novos processos de gestão. Nesse contexto, a racionalidade técnica dominante instrumenta, muitas vezes, as pressões socioeconômicas locais e globais para que sejam implantados pelas organizações e governos sistemas de gestão baseados em modelos gerais, com indicadores de desempenho pretensamente universais. Entretanto, o desempenho local de cada organização, no contexto social próprio, precisa ser entendido em suas peculiaridades. A expansão sustentável do ensino superior é parte do processo de construção e desenvolvimento do País e um modelo de avaliação do ensino superior que contemple as diversidades e regionalidades das instituições é uma das molas-mestras desse sistema. O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) apresenta a avaliação institucional como um dos instrumentos de avaliação que possui, entre suas dimensões, a de infraestrutura, incluindo recursos de informação e comunicação. Este trabalho tem como objetivo obter indicadores que representem o uso de TICs nas IFES que permitam aos gestores a obtenção de um diagnóstico da situação atual dessas tecnologias e como aprimorar o seu uso.

Dissertação 6

Título: IMPLANTAÇÃO DE CURSOS DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO, NA MODALIDADE DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, NO COLÉGIO TÉCNICO UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Autor: Glennan Cunha Rabelo

Orientador: Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer

RESUMO: Este trabalho de mestrado tem por objetivo apresentar a constituição e implantação de cursos técnicos de nível médio na modalidade a distância, amparados nas novas tecnologias de informação e comunicação. Orientado por princípios pedagógicos e tecnológicos, focaliza os diferentes passos que o empreendimento exigiu, desde a idealização até a abertura dos estudos em um evento concreto, evidenciando os expedientes necessários e os atores envolvidos. O projeto foi desenvolvido como uma pesquisa qualitativa, não-experimental, de caráter exploratório, complementada por um estudo de caso realizado no Colégio Técnico Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, nas dependências do recém-criado Núcleo de Educação a Distância. Com os resultados desta pesquisa, outras instituições que trabalham com o ensino profissional de nível técnico deverão ser beneficiadas no planejamento e implantação de cursos por meio dessa modalidade.

Dissertação 7

Título: APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA NO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES: UM ESTUDO DE CASO

Autor: Jose Leonardo Santos Azevedo

Orientador: Cristina Gomes de Souza

RESUMO: Esta dissertação realiza um estudo de caso em uma empresa prestadora de serviços de telecomunicações, no caso, a EMBRATEL, à luz de conceitos apresentados de inovação, aprendizagem tecnológica e gestão do conhecimento. O estudo foi realizado no Centro de Referência Tecnológica da Embratel, CRT, de modo a identificar e representar através de um modelo a contribuição desse Centro no processo de aprendizagem tecnológica da referida empresa. Neste trabalho descreve-se o CRT e o seu papel dentro da empresa; realiza-se um levantamento da trajetória tecnológica da empresa; identifica-se o enquadramento das atividades do CRT no processo de aprendizagem tecnológica; realiza-se ainda uma análise da base de dados que controla a realização de ensaios com o intuito de entender a motivação e o nível satisfação dos clientes. Realizou-se também uma pesquisa, focando-se fornecedores e funcionários da empresa, para verificar a percepção da contribuição do CRT em nível de inovação e aprendizagem tecnológica. Este é um trabalho com uma ênfase mais qualitativa do que quantitativa e visa verificar percepção em vez de realizar uma mensuração. Ao final, relacionou-se a referência bibliográfica apresentada com os dados obtidos no estudo de caso. Este relacionamento tem como resultado um modelagem sobre como ocorre a geração de inovação nesse Centro.

Dissertação 8

Título: MONITORAMENTO ANALÓGICO E DIGITAL DE SINAIS ELÉTRICOS CEREBRAIS

Autor: Fernanda Maria Zangerolame

Orientador: Paulo Lúcio Silva de Aquino

RESUMO: Algumas pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PNE) têm parcial/total dependência de outras pessoas para interagir com o ambiente ao seu redor. Porém, nas últimas décadas, tem se viabilizado, em modo cada vez mais crescente, o uso de computadores pessoais na condução de suas vidas. Nessa linha de aplicação, um dos mais promissores campos de utilização desses sistemas digitais é o da captação, tratamento e interpretação de sinais cerebrais. Nesse caso, com a colocação criteriosa de eletrodos em sua cabeça, uma pessoa, notadamente PNE, seria capaz, com ajuda de um computador, de realizar tarefas complexas apenas provocando determinadas ondas cerebrais.

O objetivo deste trabalho é a viabilização de um sistema eletrônico e digital de aquisição, tratamento e processamento de sinais cerebrais oriundos de um usuário, especialmente treinado para sua utilização. Para tanto, foi desenvolvida, em um laboratório de eletrônica do CEFET-RJ, uma placa de processamento analógico de sinais, que realizará a aquisição e filtragem de sinais cerebrais para posterior processamento digital em um computador pessoal. Aproveitando uma parceria já consolidada com o Instituto Helena Antipoff, espera-se desenvolver um desses sistemas especialmente aplicados aos PNE, contribuindo-se, assim, aos muitos estudos que vêm sendo realizados nessa área.

Dissertação 9**Título: CONTRIBUIÇÃO À ANÁLISE ESTRUTURAL DE CASAS POPULARES COM ESTRUTURA METÁLICA ATRAVÉS DO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS****Autor: Francisco de Assis Corrêa****Orientador: Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco**

RESUMO: Em um planeta cada vez mais carente de recursos naturais, a reavaliação dos projetos a partir da tecnologia à disposição tornou-se uma necessidade imperiosa. A especificidade das inovações na área da construção civil vem evoluindo de tal forma que já não se verificam quais são as mais adequadas para determinada região. Nesse sentido, alguns projetos que foram premiados no passado, hoje já não conseguem suportar as modificações que a comunidade está a requerer em sua permanente mudança e dos detalhamentos originais. O salto de qualidade tecnológico ocorrido no século XX na construção civil proporcionou aos estados dirigentes um repensar das possibilidades do poder público no atendimento das necessidades e demandas das populações a partir do uso mais judicioso e apurado das reservas naturais.

Há necessidade, pois, de, ao experimentar esse avanço, procurar o novo ponto de equilíbrio entre as carências de reservas de matérias-primas, com a maior demanda de preservação do planeta, e a tecnologia disponível. Nesse escopo, esta pesquisa objetiva verificar a utilização de uma determinada ferramenta computacional, que possibilitará o aproveitamento mais adequado de materiais em um determinado projeto de interesse público e uma possível redução de peso na estrutura metálica de uma casa popular, implicando diretamente na redução dos custos finais da obra. Edificações estruturadas em aço no Brasil podem proporcionar maior economia de tempo e custo, como também atender mais rapidamente a demandas habitacionais da população de baixa renda. O objetivo é aliar tecnologia disponível às soluções pragmáticas no que se refere ao todo estrutural, deixando de lado as soluções pontuais.

TECNOLOGIA & CULTURA

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

NORMAS EDITORIAIS

A revista **Tecnologia & Cultura**, direcionada a um público constituído por docentes, alunos, pesquisadores e empresários envolvidos com os desafios inerentes à produção e utilização das modernas tecnologias, na sociedade em geral e brasileira, em particular, tem como objetivo fomentar debates multidisciplinares no campo do saber tecnológico. Para focalizar temas considerados importantes nesse debate, procurou-se definir três grandes seções no corpo da revista:

- **Tecnologia & Sociedade;**
- **Tecnologia & Gestão;**
- **Tecnologia & Inovação.**

Tecnologia & Sociedade (T&S)

Seção voltada a trabalhos que tenham como foco a tecnologia como atividade humana, aí incluídos estudos de história, filosofia e sociologia da tecnologia, e de educação científica e tecnológica.

Tecnologia & Gestão (T&G)

Seção que pretende divulgar trabalhos na área de política e gestão da tecnologia, realizados mediante pesquisas de campo, estudos de caso ou investigações empíricas. Serão aceitos trabalhos que apresentem idéias, experiências, questionamentos e analisem práticas e soluções nesse campo.

Tecnologia & Inovação (T&I)

Seção conformada por trabalhos que descrevam artefatos, softwares e processos técnicos desenvolvidos por engenheiros, tecnólogos e técnicos, em instituições de ensino ou empresas. O objetivo é divulgar e trocar informações a respeito de inovações que venham sendo desenvolvidas e possam ser absorvidas pelo setor produtivo.

Trabalhos que fujam às perspectivas indicadas nessas seções poderão ser publicados, desde que atendam, na avaliação dos editores, ao campo de saber assumido na revista.

Os textos, de caráter teórico ou empírico, deverão ser inéditos. A responsabilidade por seu conteúdo é exclusiva do(s) autor(es), que deve(m) observar princípios éticos e de direitos autorais.

Os trabalhos aprovados terão os direitos de publicação, por meio impresso ou eletrônico, reservados à revista **Tecnologia & Cultura**.

APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS

Os trabalhos (artigos ou outros) deverão considerar a seguinte formatação:

- Tamanho do texto: entre 4.000 e 6.000 palavras, incluídas as referências bibliográficas;
- Título (máximo de 10 palavras), resumo (máximo de 150 palavras) e palavras-chave (máximo de cinco), em português e inglês;
- Formatação: tamanho A4, editor de texto Word, margens 2,5cm, fonte Arial 11, espaçamento simples.

- Referências bibliográficas no corpo do texto (indicação do sobrenome e ano da publicação) e ao final (por ordem alfabética, completas, observadas as normas da ABNT: NBR-6023).
- Notas ao final do texto, numeradas seqüencialmente, antes das referências bibliográficas.
- Diagramas, quadros e tabelas numerados seqüencialmente, com título e fonte, e referenciados no corpo do trabalho (em caso de fotos ou figuras de alta resolução, envio de arquivo em separado, no formato .jpg, com indicação de posição no texto).

A submissão do trabalho à Comissão Técnico-Científica deverá considerar o seguinte procedimento:

- Envio do trabalho por meio eletrônico (artigorevista@cefet-rj.br), contendo o texto com as informações nos respectivos campos:

Título
Nome(s) do(s) autor(es)
Resumo (em português) Palavras-chave
Abstract (em inglês) Keywords
Texto
Notas (se houver)
Referências bibliográficas
Dados do(s) autor(es): nome, qualificação acadêmica, instituição em que atua, cargo, endereço, telefone, e-mail
Indicação da seção em que o(s) autor(es) deseja(m) ter seu texto publicado: () T&S () T&G () T&I

Informações e esclarecimentos podem ser buscados junto a Edson Galiza, da Diretoria de Gestão Estratégica, pelo endereço revista@cefet-rj.br, ou pelo telefone 2566-3160.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Contendo os trabalhos enviados para **Tecnologia & Cultura** a indicação da seção em que os autores desejam ter seus textos publicados, haverá uma primeira verificação da pertinência do conteúdo em relação à indicação, sendo, em seguida, enviados (ou não) às editorias competentes.

Caso determinado texto não seja aceito na primeira verificação, será devolvido ao(s) autor(es) com uma justificativa da primeira avaliação.

Caberá a cada editoria encaminhar o texto para avaliação sigilosa de pares. Uma vez aprovado, passará por uma revisão ortográfica e gramatical.

Textos com grande número de erros ortográficos ou gramaticais serão devolvidos aos autores para que processem as devidas correções antes mesmo da avaliação dos pares.

Os autores serão comunicados por e-mail da aprovação e do período de publicação dos trabalhos, de acordo com a programação da revista.