

REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA
ANO 60 - NÚMERO 3 - JULHO/AGOSTO/SETEMBRO DE 2008

CIÊNCIA CULTURA

TEMAS E TENDÊNCIAS

R

B

Q

A



DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A revista **ComCiência** publicação mensal eletrônica da **SBPC** e do **Labjor**, no ar desde 1999, chega ao número 100, dedicado à “Divulgação Científica”.

Tratando de temas e tendências da ciência, cultura e tecnologia, **ComCiência** é uma revista de cultura científica.

Especialistas e generalistas nela se encontram com artigos, ensaios, reportagens, resenhas e notícias, estas atualizadas semanalmente. Apresentados em linguagem que associa o rigor no tratamento dos temas aos objetivos da divulgação científica, os textos de **ComCiência** destinam-se ao leitor interessado na pesquisa e àquele motivado pela curiosidade crítica que move o conhecimento.

Os números anteriores estão também disponíveis no endereço eletrônico da revista: <http://www.comciencia.br>

Para outras publicações, projetos, cursos e atividades do Labjor na área da cultura científica, acesse: <http://www.labjor.unicamp.br>

3 EDITORIAL

4 TENDÊNCIAS

FOTOSSÍNTESE E CANA-ENERGIA
Rogério C. de Cerqueira Leite

BRASIL



Artístico Paris

Reunião anual da SBPC na Unicamp

6 "GUARDA-CHUVA" PARA A CIÊNCIA BRASILEIRA COMPLETA 60 ANOS

7 FALTAM PROJETOS GOVERNAMENTAIS DE INCENTIVO À FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

10 PATRIMÔNIO LINGÜÍSTICO GANHA APOIO INÉDITO NA HISTÓRIA DO PAÍS



Diversificação

7417 participantes de 21 países se reuniram na PUC-RS

12 FÓRUM INTERNACIONAL DE SOFTWARE LIVRE REÚNE PÚBLICO RECORDE

NÚCLEO TEMÁTICO: ENERGIA, AMBIENTE E SOCIEDADE

ARTIGOS



18 Algumas reflexões sobre energia, ambiente e sociedade

APRESENTAÇÃO
Sinclair Mallet Guy Guerra

20 Crise ambiental e as energias renováveis

Célio Bermann

30 Combustíveis fósseis e insustentabilidade

Joaquim Francisco de Carvalho

33 Aspectos técnicos, econômicos e sociais do uso pacífico da energia nuclear

Pedro Carajilescov
João Manoel Losada Moreira

37 Biocombustíveis, uma polêmica do desenvolvimento socioeconômico

Marcelo Micke Doti
Sinclair Mallet Guy Guerra

44 Estranhas catedrais. Notas sobre o capital hidrelétrico, a natureza e a sociedade

Oswaldo Sevá

NOTÍCIAS 51
PESQUISAS 52

MUNDO

14 UNIVERSIDADE PÚBLICA QUER INTEGRAÇÃO VIA CONHECIMENTO

15 INSPIRAÇÃO QUE VEM DA NATUREZA EXIGE VISÃO MULTIDISCIPLINAR

A & E

54 HERBIVORIA E ANATOMIA FOLIAR EM PLANTAS TROPICAIS BRASILEIRAS
Priscila Gomes Corrêa
Rejane Magalhães M. Pimentel
Jarcilene Silva de A. Cortez
Haroudo Satiro Xavier

CULTURA

58 COMUNICAÇÃO
TV chega aos meios de transporte

60 ORIGEM DAS ESPÉCIES
Pesquisadores recuperam passagem de Charles Darwin pelo Brasil

62 BIODIVERSIDADE
Uma viagem pelo estado de São Paulo



Reprodução

64 CULTURA POPULAR
Capoeira ginga para conquistar legitimidade

66 POESIA
ARMANDO FREITAS FILHO

68 PROSA
ALEXANDRE BONAFIM

E X P E D I E N T E

CIÊNCIA CULTURA

<http://cienciaecultura.bvs.br>

CONSELHO EDITORIAL

Ana Maria Fernandes, André Tosi Furtado, Carlos Vogt, Celso Pinto de Melo, Dora Fix Ventura, Francisco Cesar de Sá Barreto, Gilberto Cardoso Alves Velho, Hernan Chaimovich Guralnik, Ima Célia Guimarães Vieira, Isaac Roitman, João Lucas Marques Barbosa, Luiz Eugênio de Mello, Marcelo Marcos Morales, Phillipe Navaux, Regina Pekelman Markus

EDITOR CHEFE
Marcelo Knobel

EDITORA EXECUTIVA (licenciada)
Wanda Jorge

EDITORA EXECUTIVA (em exercício)
Germana Barata

EQUIPE DE REPORTAGEM
Chris Bueno, Daniela Lot,
Enio Rodrigo Barbosa, Márcia Tait,
Marina Mezzacappa, Patrícia Mariuzzo,
Rafael Evangelista, Rodrigo Cunha

CAPA
João Baptista da Costa Aguiar

DIAGRAMAÇÃO
Carla Castilho | Estúdio
Luis Paulo Silva (tratamento de imagens)

REVISÃO
Daisy Silva de Lara

CONSULTORES
Literatura
Alcir Pécora, Carlos Vogt, Paulo Franchetti

DIRETORIA DA SBPC

PRESIDENTE
Marco Antônio Raupp

VICE-PRESIDENTES
Helena Bonciani Nader
Otávio G. Cardoso Alves Velho

SECRETÁRIO-GERAL
Aldo Malavasi

SECRETÁRIOS
Vera Maria Fonseca Val
Dante Augusto Couto Barone
Rute Maria Gonçalves Andrade

TESOUREIROS
José Raimundo Braga Coelho
Lisbeth Kaiserlian Cordani

CONTATOS
Redação
cienciaecultura@sbpcnet.org.br

Revista *Ciência e Cultura*
ISSN 0009-6725

Nenhum tema poderia ser mais atual do que *Energia, ambiente e sociedade*, tratado neste Núcleo Temático da revista *Ciência & Cultura*, que, não por acaso, está em sintonia com a temática central da 60ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada em Campinas (SP), de 13 a 18 de julho. A questão energética é inerentemente complexa e multidisciplinar, incluindo diversos aspectos culturais, científicos, socioeconômicos e tecnológicos. Além disso, questões políticas, aliadas a enormes pressões de diversos setores, enredam ainda mais essa intrincada e instigante discussão.

O Núcleo Temático desta edição procura englobar de maneira rica várias vertentes e implicações em torno da questão ambiental, dos combustíveis fósseis, da energia nuclear, das energias renováveis, dos biocombustíveis e da energia hidroeétrica, focando nos seus impactos no meio ambiente, sua sustentabilidade no longo prazo, os retornos para a sociedade, o planejamento e a estruturação de políticas públicas para cada setor. A coordenação ficou a cargo de Sinclair Mallet Guy Guerra, da Universidade Federal do ABC (UFABC). Além disso, a seção Tendências apresenta um artigo de Rogério Cezar de Cerqueira Leite sobre o controverso conceito cana-energia, onde o autor analisa se o desenvolvimento de variedades que venham a garantir maior biomassa da planta resolveria o problema da so-nhada melhoria de produtividade.

A *Ciência & Cultura* busca, com isso, incitar um debate franco e democrático, respeitando pontos de vista diversificados e embasados cientificamente.

Boa leitura!

MARCELO KNOBEL

Julho de 2008

FOTOSSÍNTESE E CANA-ENERGIA

Rogério Cezar de Cerqueira Leite

Uma grande comoção ameaça instalar-se no setor alcooleiro em torno do conceito cana-energia. Com a eminência da viabilização comercial de tecnologias de hidrólise que permitam a conversão de materiais lignocelulósicos em etanol, espera-se uma revolução no setor, uma vez que qualquer gramínea poderá sobrepujar em produtividade o álcool produzido por via fermentativa da cana. Não obstante, para derrotar essa ameaça bastaria hidrolisar o bagaço e a palha, integral ou parcialmente.

Como consequência, pretendem, alguns especialistas, que o esforço melhorista para aumentar a produtividade referente ao açúcar e, por consequência, ao álcool, tenha comprometido a produtividade da cana quanto à fitomassa. Surgem então, as promessas salvadoras das ditas canas “monstro”, “gigante”, etc, que acumulariam muito mais fitomassa que aquelas que foram desenvolvidas para a máxima produção de açúcar e que são as atualmente utilizadas no Brasil e no exterior.

Pois bem, vamos, no que segue, mostrar que possivelmente as variedades mais utilizadas no Brasil e no exterior já estão otimizadas para a produção de biomassa e que, portanto, qualquer esforço melhorista na busca da cana-energia será supérfluo.

Façamos uma análise baseada em primeiros princípios. A constante solar, S ,

ou seja, o fluxo de radiação solar incidente em um m^2 de um plano perpendicular ao eixo Sol-Terra sobre a superfície do Globo é igual a $1,36 \text{ KW}/m^2$, o que é equivalente a $S \cong 26.000 \text{ ton. de biomassa/ ha x ano}$ em que se usou $1g$ de biomassa $\cong 19 \text{ KJ}$.

Devido à rotação e translação da Terra e latitude em que está situado o cultivar, haverá uma perda que, para a região de São Paulo, é de $\sim 80\%$, o que constitui um fator de ganho $\eta_g = 0,20$. Portanto, para um hectare de superfície situado no Trópico de Capricórnio a radiação incidente seria $S_b \times \eta_g = 5.200 \text{ ton/ha x ano}$ em ausência de perdas devido à atmosfera. Essas perdas, entretanto, são apreciáveis. Não somente há absorção pelos gases seus constituintes, como há espalhamentos Rayleigh, Tyndal, além de reflexão por nuvens, particulados, poeiras, etc. Estimativas correntes de fatores de ganho η_a para locais com e sem chuva variam entre $0,48$ e $0,58$ (dependendo do regime de nuvens) (1).

Tomemos $\eta_a = 0,53$. Com isso, a radiação que atinge a plantação é equivalente a: $S_b \times \eta_g \times \eta_a = 2.756 \text{ ton/ha x ano}$. Há um limiar para a absorção do espectro solar, no presente caso, de 7.000λ . Abaixo de 4.000λ praticamente nenhuma energia do espectro solar chega até a planta. Por outro lado, com a estratégia de distribuição verticalizada das folhas, no caso da ca-

na, e conseqüentes reflexões múltiplas, as perdas por reflexão são minimizadas. Esses dois efeitos dão em conjunto uma perda que resulta em um fator de ganho $\eta_s = 0,425$ (2) que resulta em um valor para a radiação absorvida igual a: $S_b \times \eta_g \times \eta_a \times \eta_s \cong 1.171 \text{ ton/ha x ano}$. Esse valor seria válido se o canavial estivesse formado o ano todo, mas há a poda, a colheita, o período juvenil, etc. Há, portanto, um outro fator de perda representado pela não interceptação da radiação disponível. As únicas medidas que existem para cana são para cultivos de 500 dias ou mais, em que o período de plenitude do canavial é proporcionalmente maior do que aquele utilizado no Brasil, para um ano.

Esses valores de ganho η_i variam entre $0,6$ e $0,7$ (3;4). Para culturas anuais o valor deveria ser menor. Todavia, assumiremos o valor mais benevolente possível para o fator de ganho $\eta_i = 0,7$. Com isso, a radiação absorvida durante um ano fica sendo: $S_b \times \eta_g \times \eta_a \times \eta_s \times \eta_i \cong 820 \text{ ton/ha x ano}$. Além disso, é preciso levar em conta o problema de eficiência quântica, ligado à capacidade dos pigmentos da planta de converter em energia química a energia solar, durante a fotossíntese. Dos modelos em uso o que dá menor perda é aquele que resulta numa eficiência quântica $\eta_q = 0,215$ (1). Com isso temos uma conversão máxima possível de: $S_b \times \eta_g \times \eta_a \times \eta_s \times \eta_i \times \eta_q \cong 176 \text{ ton.}$ Todavia, seria de esperar uma significati-

va perda de energia no processo de transferência dos centros de absorção para o centro de conversão em energia química. A mais benevolente estimativa para perdas devido a saturação é de 10%, o que corresponde a $\eta_d = 0,90$. Nesse valor vamos incluir também perdas devido a absorção de luz por outros centros, que não participam da fotossíntese.

Outro fator de perda é o que se denomina respiração (5;6), ou seja, a parcela de biomassa (carboidrato) convertida em energia e despendida durante os inúmeros processos metabólicos da planta, incluído o próprio processo de crescimento. Medidas em várias culturas dão perdas entre 50% e 75%. Não há, na literatura, medida para a cana, ou outra C4. Um outro processo de perda é a fotorrespiração que parece ser negligenciável para as C4. Tomemos o mais benevolente valor possível para a nossa cana ideal, ou seja, um fator de ganho $\eta_r = 0,5$.

Com isso nossa produção máxima de biomassa fica sendo igual a:

$$S_b \times \eta_g \times \eta_a \times \eta_s \times \eta_i \times \eta_q \times \eta_d \times \eta_r = 79 \text{ ton/ha x ano}$$

Ora, as mais confiáveis informações de colheitas ótimas ficam em torno de 110 toneladas/ha de colmos *in natura* (50% de água), o que corresponderia a aproximadamente 80 ton. de biomassa aérea seca/ ha x ano (aqui incluímos a palha).

Os cálculos acima devem ser vistos como simples avaliação aproximada, mas mostram que não há muito espaço para aumento de produtividade. Senão vejamos: η_g e η_a são fixos.

η_s para ser ampliado exigiria a introdução de pigmentos atuando fora da região entre 4.000 e 7.000λ, pois no interior

desta faixa praticamente todos os fótons já são absorvidos. Acima de 7.000λ encontra-se uma parcela significativa de energia solar, mas a densidade de luz solar por unidade de comprimento de onda diminui rapidamente. A coleta nessa região, para ser significativa, envolveria uma série enorme de novos pigmentos. A natureza soube escolher.

η_q , a eficiência quântica, nos parece “imexível”. Apenas recentemente com a descoberta de coerência duradoura entre os estados excitados dos cloroplastos, responsáveis pela absorção da luz e aqueles onde a excitação eletrônica é convertida em energia química, é que se pode entender a já elevada eficiência quântica observada (7;8).

η_i , este talvez seja o único parâmetro que admita algum incremento, pois observa-se que o crescimento da biomassa é reduzido e mesmo estagnado em sua última fase, quando o açúcar está sendo produzido. Isso sugere que talvez possam ser realizadas duas colheitas por ano, uma vez que o açúcar original já não é essencial. Todavia, o espaço de manobra não seria muito grande, pois η_i já é 0,7 e não é possível deixar de colher e crescer e, portanto, de reduzir a interceptação.

Restam-nos η_d e η_r , ambos refletindo mecanismos intrínsecos à vida da planta e cuja modificação interferiria em sua estrutura fisiológica básica. Não será com cruzamentos genéticos tradicionais que alguma melhoria poderá ser alcançada. E mesmo com muita engenharia genética o sucesso parece longínquo. E uma ampliação da produtividade que seja compensadora, digamos de uns 50%, parece-nos inalcançável. É também reconhecido que a produtividade depende de outros fatores, tais co-

mo temperatura, regime pluviométrico, pressão de CO₂, disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes, etc. Parece que os vários fatores η correspondentes estão otimizados para a cana-de-açúcar e, portanto, são muito próximos de 1. Em nossa análise eles são, portanto, excluídos.

E, enfim, uma palavra sobre relatos de enormes produtividades, chegando a 300 toneladas de colmos *in natura*/ha x ano. Na maioria das vezes trata-se de cultura dita de “jardinagem” em que a quantidade de insolação lateral pode suplantiar aquela que incide na superfície da cultura, ficando as correntes extrapolações prejudicadas.

Em conclusão, a busca da cana-energia deve ser avaliada com muito cuidado antes que se realize um esforço infrutífero de melhoria por maior produtividade, embora o advento da hidrólise possa proporcionar oportunidade para o desenvolvimento de novas espécies com crescimento mais rápido ou mais facilmente adaptáveis a condições de solo e de clima diversos dos atuais que atuam na “maturação” da cana. Entretanto, do ponto de vista da produção de biomassa podemos concluir que já temos a cana-energia.

Rogério Cezar de Cerqueira Leite é professor emérito da Unicamp, presidente do Conselho de Administração da ABTLuS, Ordem Nacional do Mérito da França, pesquisador emérito do CNPq, membro do Conselho Editorial do Jornal Folha de São Paulo, Membro do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Disponíveis na versão online do artigo em: <http://cienciaecultura.bvs.br>

1. Monteith, J. L. "Solar radiation and productivity in tropical ecosystems". *J. Appl. Ecol.*, vol. 9, pp. 747-766, 1972.
2. Monteith, J. L. In: Eastin J. D. *Physiological aspects a crop yield*. American Society of Agronomy, pp. 89-109, 1970.
3. Muchow, R.C.; Spillman, M.F.; Woor, A.W.; Thomas, M.R. Aust. "Radiation interception and biomass accumulation in a sugarcane crop grown under irrigated tropical conditions". *J. Agric. Res.* vol. 45, pp. 37-49, 1994.
4. Muchow, R.C. et al "Yield accumulation in irrigated sugarcane: II. Utilization of intercepted radiation". *Ag. J.* vol. 89, pp. 646, 1997.
5. Robertson, M.J.; Wood, A.W.; Muchow, R.C. "Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. Radiation use, biomass accumulation and partitioning". *Field Crops Research*, v.48, p.11-25, 1996.
6. Shinano, T.; Osaki, M.; Tadano, T. "Comparison of production efficiency among field crops related to nitrogen nutrition and application". *Plant Soil*, pp. 155-156 / 207-210, 1993.
7. Lee, H.; Cheng, Y.C.; Fleming, G.R. "Coherence dynamics in photosynthesis: protein protection of excitonic coherence". *Science* - vol. 316, pp. 1462, 2007.
8. Parson, W.W. "Long live electronic coherence!" *Science*, vol. 316, pp. 1438, 2007.



SBPC

“Guarda-chuva” para a ciência brasileira completa 60 anos

Acompanhar a trajetória de seis décadas da SBPC é acompanhar uma parte importante da história da própria institucionalização da ciência brasileira no século XX. “A SBPC foi fundamental para a ciência no Brasil porque ajudou outras sociedades e entidades científicas a se consolidarem. Durante as reuniões foram geradas entidades hoje tradicionais como a Sociedade Brasileira de Genética e a Sociedade de Botânica do Brasil, fundadas no começo da década de 1950”, conta Warwick Estevam Kerr, diretor da entidade de 1969 a 1973. Hoje são mais de 91



Momentos de Reuniões Anuais da SBPC que ocorreram durante o período da ditadura militar. Em cima à esquerda e direita, 36ª Reunião ocorrida na USP em 1984, e abaixo na Unicamp em 1982, local que volta a receber o evento deste ano.

sociedades associadas nas áreas de biológicas, exatas, tecnológicas e humanas. A importância da entidade na consolidação da ciência brasileira é destacada também por Ana Maria Fernandes, socióloga e estudiosa da história da SBPC. “Ela funciona como um guarda-chuva para sociedades científicas, dando apoio ao seu desenvolvimento”, avalia a pesquisadora.

RELAÇÃO COM AS QUESTÕES NACIONAIS

Ao longo de sua história, o envolvimento da SBPC com problemas sociais também é destacado por Kerr e Ana Maria como uma característica

importante da entidade. A relação entre a comunidade científica e sociedade nem sempre foi fácil e pode ser vista em vários momentos, principalmente, em períodos marcantes como o da ditadura militar. “Durante a ditadura tínhamos reuniões secretas na casa de alguns dos membros, éramos mais ou menos 20 pessoas que exerciam também atividades políticas”, lembrou Kerr, que era um dos participantes assíduos dessas reuniões e membro do Partido Socialista Brasileiro. O ex-diretor acha importante ponderar que esse envolvimento, como na sociedade de maneira geral, não foi majoritário e havia um gran-



Fotos: Arquivos SBPC



de receio de assumir posições políticas. “Muitos achavam que a SBPC deveria se preocupar com a ciência e não com a política. Alguns chegavam a sair de nossas reuniões se o assunto começava a ir para o lado da política”, lembrou Kerr.

POSICIONAMENTO Foi também durante o regime militar que a SBPC recebeu um número significativo de associados novos da comunidade de pesquisa das áreas de ciências humanas e sociais. Segundo a análise de Ana Maria, esses cientistas buscaram a instituição como local para expor e debater seus trabalhos, que refletiam uma crítica ao governo brasileiro e ao modelo de desenvolvimento adotado no período. Um acontecimento que marca a atuação política durante o regime ditatorial

ocorre em 1965, quando o então presidente Maurício Rocha e Silva, publica o editorial da revista *Ciência & Cultura* pedindo um compromisso do governo com a volta de cientistas exilados.

Atitudes recentes da SBPC também mostram o envolvimento com questões que extrapolam o âmbito da ciência, como as manifestações em relação à pesquisa realizada com os organismos geneticamente modificados e com as células-tronco; ao contingenciamento dos fundos setoriais; à transposição do rio São Francisco; e ao desenvolvimento amazônico. Outro assunto que vem ganhando destaque na pauta de discussão da Sociedade é o desenvolvimento tecnológico e a inovação. “Antes a ênfase estava no apoio à ciência, em especial, a chamada ciência básica e educação. Hoje os temas relacionados ao desenvolvimento tecnológico e capacidade de inovação entraram na pauta e ganham força”, pontuou Ana Maria. A preservação e divulgação da história da SBPC, segundo a socióloga, é fundamental para entender a própria história da ciência no país. Para Kerr, hoje com 86 anos, a entidade permite que os cientistas ampliem seu envolvimento para além do trabalho direto com suas pesquisas. “Isso é muito importante, por isso, continuo participando”.

Márcia Tait

ENGENHARIA

Faltam projetos governamentais de incentivo à formação de profissionais

Nos anos 1980, inspirando-se no filme de João Batista de Andrade, *O homem que virou suco*, um engenheiro formado pela Universidade de São Paulo que não conseguia emprego em sua área de formação abriu uma lanchonete com o nome “O engenheiro que virou suco”. Essa atitude ilustra a crise econômica dessa década e a mudança que ocorria no mercado de trabalho: os indivíduos passavam a ser “empreendedores de si mesmos”. Na recente retomada econômica, a esperança de ampliar a participação brasileira em novos projetos se vê ameaçada pela concorrência estrangeira e pela falta de mão-de-obra especializada para tocar, inclusive, o tão alardeado Plano de Aceleração do Crescimento (PAC). Marcos Túlio de Melo, então presidente da Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), alertou em 2007 sobre o desinteresse do país em relação às engenharias. “O próximo apagão será o da engenharia e dos profissionais



Ricardo Stuckert/PR – Agência Brasil



Angra dos Reis (RJ) - Presidente Luiz Inácio Lula da Silva durante cerimônia de batismo da Plataforma P-52, ao lado de funcionários da Petrobras

especializados”, profetizou durante o V Seminário Tecnologias Estratégicas Brasil e Itália. Segundo ele, o Brasil forma 20 mil engenheiros por ano, enquanto na Coreia do Sul e China esse número salta para 80 mil e 300 mil, respectivamente. Esse déficit estaria refletido no contínuo aumento da demanda por profissionais no exterior. Dados do Confea indicam um crescimento de 132% na importação de profissionais estrangeiros em relação a 2006. No ano passado, foram concedidas 1590 autorizações de trabalho a engenheiros estrangeiros pelo Ministério do Trabalho, a maioria para especializações do setor

automotivo, industrial e de energia nuclear. Dentre essas autorizações estavam 48 destinadas a chineses que foram contratados para trabalhar na implantação da coqueria da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), em Santa Cruz (RJ). A liberação feita pelo ministro do Trabalho, Carlos Lupi gerou protestos do Clube dos Engenheiros e do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Crea) do Rio de Janeiro, que alegaram ser o Brasil dotado de mão-de-obra qualificada para realizar a montagem de coqueria, tecnologia desenvolvida no início do século XX.

DEMANDA PLANEJADA Esse quadro tomou forma nos anos 1980, quando a crise econômica mundial, resultado da crise do petróleo na década anterior, repercutiu num Brasil em processo de redemocratização. Gildo Magalhães, historiador da ciência da USP, aponta que a construção de uma forte engenharia nacional começou na época do “milagre econômico brasileiro”, de meados da década de 1950 até meados da década de 1980. “Essa mão-de-obra entrou para as estatais, que criaram uma infra-estrutura de transporte rodoviário, energia elétrica e telecomunicações, etc, o que possibilitou o crescimento da indústria química, siderúrgica e mecânica”, afirma. De acordo com Magalhães, essa visão desenvolvimentista exigia um índice cada vez maior de nacionalização nos produtos brasileiros até que, nos anos 1980, os engenheiros brasileiros passaram a concorrer com multinacionais de engenharia. No período pós-redemocratização, as principais estatais formadoras e absorvedoras da engenharia nacional começaram a ser privatizadas e desnacionalizadas. “Nesse momento, as empresas ligadas ao capital financeiro e especulativo passaram a pagar melhores salários e atrair os melhores engenheiros para



atividades completamente desligadas da cadeia produtiva”, lamenta o historiador. A fraca oferta de emprego resultou em menos candidatos à engenharia, diminuindo a oferta por cursos. Segundo dados do Ministério da Educação, em 2003, a formação em cursos de engenharia e tecnologia correspondeu a 10,8% do total das graduações reconhecidas, enquanto as áreas humanas e sociais representaram 68,7%. A dificuldade em preencher requisitos de nacionalização de projetos de engenharia é um dos reflexos desse déficit. Exemplo disso foi o edital, lançado em 2003 pela Petrobras, com a exigência de um percentual mínimo obrigatório de 60% de encomendas nacionais, que não foi atingido. Três anos depois, a empresa teve que encomendar boa parte de suas obras no exterior por falta de capacidade da indústria nacional de construir plataformas no tempo necessário.

RETOMADA Eriksson Almendra, diretor da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no entanto, se mostra otimista em relação à retomada do interesses pelas engenharias, que começou a ser indicada há cinco anos, com a decisão governamental de

fortalecer a indústria nacional, dando preferência a encomendas no país. Outras indicações são os investimentos em siderurgia e outros setores, como a inauguração, em 2009, da Companhia Siderúrgica do Atlântico em Taguaí (SP), o projeto da Votorantim para a região de Resende (RJ), a ampliação da Vale de Tubarão em Vitória (ES) e a Companhia Siderúrgica Ceará Still em Fortaleza (CE).

Almendra enfatiza a necessidade das universidades reagirem ao mercado. “Há informação de que as empresas não estão conseguindo preencher seus quadros. Isso justifica a menor evasão dos alunos, já que há perspectivas concretas de emprego”, afirma. O resultado é que as vagas nos cursos de engenharia têm se multiplicado.

FORÇA NACIONAL Segundo Gildo Magalhães, em cinco anos poderemos ter engenheiros para suprir a demanda, caso não haja um esforço apenas conjuntural. O que falta, acredita, é uma política de projetos e um esforço de planejamento e construção acelerado no país, que envolva setores essenciais. Fruto disso seriam os problemas com transporte de massa e o caos aéreo. Se o país não resolver o

problema de déficit nas engenharias, o tão sonhado projeto do trem-bala, entre Rio e São Paulo, pode não chegar aos trilhos. Resta saber se o atual cenário mostra apenas um esforço conjuntural ou se está havendo uma mudança estrutural no país em termos de planejamento e políticas de projeto. Magalhães acredita que muitos projetos que estão sendo lançados podem ser classificados como “tapa-buracos”, e não geram a retomada da engenharia. Sem uma política de projetos, pondera, os engenheiros ainda não podem ser muito otimistas.

Daniela Lot e Germana Barata

BRASIL SEDIA EVENTO MUNDIAL DE ENGENHARIA

Em dezembro de 2008 a terceira edição do Congresso Mundial de Engenheiros (WEC, da sigla em inglês) será em Brasília. A realização desse evento mostra, afirma Ricardo Veiga, presidente da Confea, não apenas o crescente interesse pela profissão como também a relevância da engenharia na inovação e sua responsabilidade social.



DIVERSIDADE CULTURAL

Patrimônio lingüístico ganha apoio inédito na história do país

No final de 2007, a Comissão de Educação e Cultura da Câmara dos Deputados, em parceria com o Instituto de Investigação e Desenvolvimento em Política Linguística (Ipol) e o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), realizaram audiência pública na qual se propôs a criação de um Inventário Nacional da Diversidade Lingüística. Em 2008, projetos-pilotos que contribuirão para esse inventário já começam a ser contemplados por investimentos de um amplo fundo do Ministério da Justiça que abrange desde questões ligadas ao direito do consumidor até as de proteção do meio ambiente e, pela primeira vez, inclui a defesa da diversidade lingüística.

O Fundo de Defesa dos Direitos Difusos (FDD), criado há mais de duas décadas, mas só regulamentado em 1994, têm sua arrecadação nas multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade). Segundo Diego Faleck, presidente do Conselho Federal Gestor do FDD, o fundo está vivendo um momento histórico importante, com uma arrecadação que pode chegar a R\$ 73 milhões, até o



Imigrantes no pátio da Hospedagem dos Imigrantes em São Paulo no início do século XX

final de 2008. Fora os R\$ 41,7 milhões que estão contingenciados, R\$ 6,89 milhões serão aplicados em projetos selecionados entre as 3.661 cartas-consultas enviadas ao conselho, um número recorde desde a sua criação, em 1995. O conselho já aprovou 56 projetos prioritários.

VALORIZAÇÃO Neste ano, o fundo pode destinar até R\$ 300 mil a cada projeto de defesa do patrimônio cultural brasileiro que, de forma inédita, passa a incluir o patrimônio lingüístico do país. “No caso do inventário lingüístico, o grande mérito da sua inclusão na Resolução nº 20 [uma espécie de edital] é do Iphan, que abriu os nossos olhos para a identificação do problema e o risco de extinção das línguas”, conta Faleck.

“Evidentemente é um avanço para o país e, como política lingüística, significa um reconhecimento e apoio à diversidade lingüística e cultural do Brasil. É o contraponto de tantas políticas lingüísticas que tivemos no passado, e que tentaram eliminar as outras línguas faladas pelos brasileiros”, afirma Gilvan Müller de Oliveira, do Ipol e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Quando se fala em diversidade lingüística no Brasil e em risco de extinção, lembra-se logo das inúmeras línguas indígenas que ainda sobrevivem após cinco séculos de colonização que são cerca de 180. Mas além delas, o apoio do FDD para o inventário envolve ainda línguas de imigração, afro-brasileiras, crioulas e de sinais.



“Não surpreende o papel de libras [língua brasileira de sinais] nesse contexto, considerando que é língua oficial, ao lado do português, graças ao intenso trabalho político realizado pelos usuários surdos do país. Libras dispõe hoje de uma comunidade falante politicamente organizada, e é exemplo para outras comunidades lingüísticas que começaram a se organizar mais tarde”, ressalta Oliveira. A UFSC, onde o representante do Ipol leciona, inaugurou em 2006 o primeiro curso do mundo de licenciatura em uma língua de sinais, o de letras-libras.

As comunidades que, por serem dispersas e muito variadas, ainda não estão suficientemente organizadas do ponto de vista da defesa

de seus direitos lingüísticos, são as de imigrantes que vivem no país. Além das conhecidas comunidades alemãs, italianas e japonesas, há um número crescente de sul-americanos legais ou clandestinos que chegam ao país, a cada ano, em busca de uma oportunidade de trabalho em uma das principais economias emergentes da atualidade. De 2004 a 2007, a Polícia Federal registrou um aumento de 51% no total de novos estrangeiros no Brasil, dos quais a maioria é formada por argentinos, bolivianos, uruguaios e paraguaios.

RECONHECIMENTO “As línguas de imigração estão na categoria das que mais podem ganhar com o Inventário Nacional da Diversidade Lin-

güística, já que seus falantes são aqueles que não têm, até o momento, nenhum tipo de direito lingüístico, ao contrário do que ocorre tanto no caso dos indígenas, que têm alguns direitos lingüísticos reconhecidos [como o de um ensino bilíngüe] e dos surdos”, diz Oliveira. Segundo ele, o financiamento de projetos-pilotos pelo FDD é diferente daquele destinado tradicionalmente a estudos de línguas. “É um ato de política patrimonial, de reconhecimento de línguas como referência cultural. Não substituí uma série de outras pesquisas que têm objetivos diferentes, como aquelas que realizam as universidades”, conclui.

Rodrigo Cunha

O LONGO PROCESSO DE POLÍTICAS LINGÜÍSTICAS NA AUSTRÁLIA – UM CASO EXEMPLAR

A Austrália tem o inglês como língua oficial, mas quase um quinto da população tem outro idioma como primeira língua, entre as quase 150 línguas aborígenes e em torno de 75 a 100 línguas de imigrantes. No final dos anos 1970, o primeiro ministro australiano formou um comitê para rever os programas e serviços voltados para os imigrantes. O relatório do comitê foi escrito em nove idiomas além do inglês. Embora sugerisse que os falantes de outras línguas deveriam ter igual acesso aos serviços governamentais de saúde e seguridade social e à informação dos meios de comunicação, não fazia nenhuma recomendação similar para a educação e para o emprego.

Na década de 1980, seguiram-se iniciativas como a recomendação do ensino bilíngüe e o reconhecimento do multilinguismo e do multiculturalismo como centrais na história e identidade australianas. A idéia levou à recomendação de fundos para programas de documentação e preservação de línguas aborígenes. Outro avanço foi reconhecer que a política educacional e lingüística não eram suficientes para manter as línguas ameaçadas por poderosas forças econômicas e sociais, nem para mudar a posição socioeconômica de seus falantes. Outras línguas passaram, então, a fazer parte da instrução ao longo de toda a escolarização.

SOFTWARE LIVRE

Fórum internacional reúne público recorde e espelha diversidade da comunidade brasileira

Perl, python e java, combinados com postgre, mysql, misturados ao debate sobre inclusão digital e software público e complementados com palestras sobre zope, drupal. Tudo isso regado a um intenso debate sobre um constante questionamento das regras do sistema de propriedade intelectual e um interessante debate sobre os impactos sociais do software livre. Mistura curiosa de evento técnico, feira de informática e congresso científico, o Fórum Internacional de Software Livre (Fisl), realizado anualmente em Porto Alegre teve, neste ano, seu maior público. No último mês de abril, foram registradas 7417 pessoas a circularem pelos prédios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul em três dias de evento, um recorde que confirma o Fisl como a maior reunião de entusiastas do software livre da América Latina. Os participantes vieram de 21 países e de todos os estados brasileiros, misturando-se em um espaço dividido entre stands empresariais, salas de debates e áreas organizadas por usuários de diferentes tipos de software.

“Felizmente, a variedade de espaços e a diversidade dos grupos presentes quebraram, até certo ponto, a estrutura hierárquica e as tendências comerciais da conferência”, comenta Aaron Shaw, pesquisador da Universidade de Berkeley que estuda o movimento software livre. Ele diz ter ficado feliz ao ver vários jovens, esparramados pelo chão com seus laptops abertos. “A atmosfera de circo, ou feira, sentida nos cantos do evento, também era reforçada pelos robôs esquisitos que circulavam, junto com os *geeks* do Debian soando

seus apitos”, ressalta. Os “*geeks* do Debian” a que ele se refere, são os usuários e desenvolvedores de uma das muitas variações do sistema operacional livre GNU/Linux, o Debian.

Fabrizio Solagna, membro da organização do evento, aponta alguns fatores estruturais que teriam feito o Fisl atingir seu público recorde este ano. “Realizamos atividades importantes que abriram espaço de diálogo com outros setores da sociedade. Citaria o seminário ‘Além das redes’; um encontro de Cultura Colaborativa, também realizado na capital gaúcha; além de um profundo envolvimento com os pontos de cultura da região Sul, por conta da aprovação do Projeto Minuano Digital pelo Ministério da Cultura (Minc)”. Pontos de cultura



Fotos: divulgação

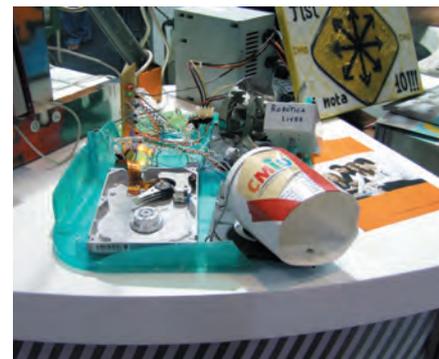
Evento cresce entre estudantes de computação, gestores de TI e novos incluídos digitais



são espaços organizados por ONGs e patrocinados pelo Minc, que procuram integrar atividades culturais com o registro digital dessas manifestações, fazendo uso prioritário de softwares livres. Solagna lembra também que o evento, que nos últimos dois anos foi realizado em um espaço empresarial, este ano retornou à PUC, onde foi realizado desde sua primeira edição, o que ajudaria a integrar o público universitário.

GLOBO, TERRA, UOL, YAHOO, GOOGLE, TELEFÔNICA... O crescimento do número de empresas de comunicação participantes como patrocinadoras e expositoras no evento também chamou a atenção. Estaria havendo um boom de interesse das “ponto com” no software livre? Segundo Solagna, haveria duas explicações. A primeira, refere-se a um maior esforço de mobilização da mídia. Mas, além disso, teria havido uma espécie de “efeito Campus Party”. Trata-se de um evento realizado na Espanha, desde 1997, e que reúne diversas manifestações culturais em torno das tecnologias de informação e comunicação, como games, blogs e celulares. Patrocinado pela Telefônica, teve uma primeira edição brasileira neste ano, com boa repercussão na imprensa e grande presença da comunidade software livre. “Isso

serviu para estabelecer um link entre os eventos, para que as empresas de comunicação maiores descobrissem a importância e a irradiação do tema software livre”, diz Solagna. Para Aaron Shaw, entretanto, as empresas entenderam pouco do espírito da comunidade software livre. UOL e Caixa Econômica Federal, por exemplo, distribuíram brindes sem qualquer relação com as propostas do software livre. Ao mesmo tempo, Shaw considera que a força do Fisl vem dessas contradições. No próximo ano, quando o Fisl faz dez anos, o objetivo será elevar o número de participantes para dez mil. “Nosso desafio agora será



Robótica livre aplica a idéia de abertura, liberdade e conhecimento de software livre à construção de máquinas

marcar, de forma ainda mais forte, a presença do software livre na vida das pessoas”, diz Sady Jacques, coordenador geral do evento.

Rafael Evangelista

UMA TV LIVRE

Desde a edição número 6, o Fórum Internacional de Software Livre é transmitido ao vivo pela internet. “Neste ano, integramos uma interface mais acessível, que permitiu que os espectadores pudesse trocar informações, além de podermos também ter um feedback das pessoas que não estavam em Porto Alegre, mas acompanhando o evento”, contra Solagna. O grupo que trabalha em torno da TV Software Livre está se expandindo e a idéia é compartilhar o conhecimento construído em torno dela com a comunidade. “Estamos formando um grupo de pessoas que se apropriem da tecnologia e possam replicá-la em outros locais, cobrir outros eventos. Essa é nossa meta, que a TV Software Livre seja da comunidade, não do Fisl. Nesta edição, contamos com a ajuda de diversos voluntários e parceiros que nos auxiliaram a manter a transmissão, entre eles Casa Brasil, TVOVO, Cooperativa de Vídeo e voluntários do Exército”, pontua.

MUN

AMÉRICA LATINA

Universidade pública quer integração via conhecimento

Brasil, Argentina e Paraguai estão unindo forças para criar um marco inovador no panorama da educação na América Latina: a Universidade Federal de Integração Latino-Americana (Unila). A futura instituição terá sede na tríplice fronteira e reunirá alunos e professores dos três países em um projeto que pretende fortalecer a integração da região através do conhecimento. “Essa iniciativa vai contribuir decisivamente para o processo de integração, ao colocar juntos professores e alunos, do México à Argentina, estabelecendo uma solidariedade compartilhada, pelo ensino, pesquisa e extensão nos campos das ciências e das humanidades, inserindo-os na sociedade do conhecimento num mundo globalizado”, afirma Hélgio Trindade, cientista político brasileiro e presidente da Comissão de Implantação da universidade.

O projeto deverá inaugurar um modelo de universidade pública multinacional com o objetivo de expandir e integrar o ensino superior da região, visando à formação de recursos humanos e ao desenvolvimento comum. O Projeto de Lei



Assessoria de Comunicação MEC

Membros da Comissão de Implantação da Unila tomando posse no MEC

2878/08, que prevê a criação da Unila, ainda tramita no Congresso Nacional. Enquanto isso, a Comissão de Implantação, formada por 13 especialistas em educação superior e integração regional, tem até dezembro deste ano para definir o projeto da futura universidade. “A previsão é de que o projeto seja aprovado em 2008, e estamos trabalhando para iniciar as atividades no segundo semestre de 2009”, declara Trindade.

A universidade deverá receber 10 mil alunos em um prazo de cinco anos. Metade das vagas será destinada a alunos brasileiros, e a outra metade deverá atender alunos de todos os países da América Latina. A data e a forma de seleção ainda não foram definidas, mas uma das hipóteses se-

ria a seleção dos alunos brasileiros através do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), e a criação de um sistema semelhante adaptado aos latino-americanos. A instituição deverá contar com 500 professores, compostos de forma semelhante às nacionalidades dos estudantes.

O ensino e a prática das línguas portuguesa e espanhola farão parte do cotidiano da instituição. “Estou convicto de que o futuro da integração regional dependerá da capacidade da instituição em promover, através da convivência fraterna entre várias gerações de estudantes latino-americanos, um ambiente plural e solidário a fim de consolidar a democracia e a cultura de paz no continente”, defende Trindade.



Notícias do Mundo

INTEGRAÇÃO Os cursos que deverão ser oferecidos ainda não foram definidos, mas já foi estabelecido que serão no nível de graduação, mestrado e doutorado em ciências e humanidades, sempre buscando áreas de interesse comum e que obedecem a um novo modelo acadêmico, cujo molde ainda está em estudo. A ênfase será em temas envolvendo exploração de recursos naturais e biodiversidades transfronteiriças, estudos sociais e lingüísticos regionais, relações internacionais e demais áreas consideradas estratégicas para o desenvolvimento e a integração regional.

A universidade será implantada em Foz do Iguaçu (PR), em uma área de cerca de 40 hectares cedido pela Itaipu Binacional. O projeto é de Oscar Niemeyer e faz parte de um plano turístico estratégico da cidade. Ainda não há data prevista para início ou entrega da obra. Enquanto a sede da instituição é construída, as aulas deverão acontecer provisoriamente no Parque Tecnológico de Itaipu (PTI). “Tudo leva a crer, que o impacto tenderá a ser grande, sobretudo porque o Brasil teve a iniciativa de tomar esta decisão estratégica num momento em que o tema da integração se torna cada vez mais crucial para o continente”, aponta Trindade.

Chris Bueno

BIÔNICA

Inspiração que vem da natureza exige visão multidisciplinar na pesquisa

A história parece uma lenda: um belo dia, um certo cientista estava passeando pelo campo, quando se deu conta dos carrapichos em sua calça. Voltando para o laboratório, os observou no microscópio e decidiu que eles poderiam inspirar um substituto do zíper ou fechos de roupas. Se você pensou velcro, acertou. Mas o que pouca gente pensa é que o tal cientista existiu e que a idéia veio mesmo do carrapicho que se agarrou à calça do engenheiro suíço Georges de Mestral. Sorte ou acaso? Não: biônica (ou biomimética, como alguns cientistas preferem). A história prosaica do velcro ilustra a dinâmica das pesquisas multidisciplinares que compõem a biônica e que usam observação de métodos ou sistemas existentes na natureza como ponto de partida para desenvolver tecnologias, adaptar soluções e criar produtos inovadores. Apesar de ponto de partida para várias invenções ao longo dos séculos (como os primeiros estudos de uma máquina voadora mais pesada que o ar), a palavra biomimética, e, conseqüentemente,

a sua formulação como teoria, foi cunhada em 1950 por Otton Herbert Schimtt, engenheiro biomédico da Universidade de Minnesota. Já a palavra biônica foi criada oito anos mais tarde por Jack Steele, pesquisador americano ligado à indústria aeronáutica. A etimologia da palavra é basicamente a junção das palavras biologia e eletrônica. Desde então, ambas são usadas como sinônimo (no Brasil, o termo mais comum é biônica) e as áreas interessadas no estudo da natureza como fonte de consulta para o desenvolvimento de soluções técnicas aumentaram. O design, a arquitetura, a química, as engenharias e a computação são algumas das áreas que atualmente possuem interesse no estudo da biônica. Inspiração, transpiração e método Julian Vincent, professor de biônica na Universidade de Bath, Inglaterra, é taxativo. “Não preciso de inspiração”, afirma, “defino os problemas usando a Triz e procuro por soluções a partir de métodos que estamos desenvolvendo”, completa. Triz é a sigla russa para



Fotos: Divulgação



Boxfish, carro conceitual inspirado no peixe-cofre desenvolvido pela Mercedes-Benz.

Teoria da Resolução de Problemas Inventivos, uma matriz heurística para estruturação de um problema determinado na engenharia (mecânica, por exemplo) e sua readequação para outra área (engenharia civil, digamos). Vincent defende que a biônica ainda não possui uma metodologia sedimentada que possa servir de base para as invenções, ainda muito calcada na analogia, e que usar a Triz seria uma alternativa mais pragmática na transferência de soluções da biologia para as outras áreas “bio-inspiradas”.

Já Stanislav Gorb, biólogo e pesquisador de novos materiais e biônica, do Instituto Max-Plank, Alemanha, é mais comedido. “Passo 15% do meu tempo de pesquisa em campo e outros 85% no laboratório. É difícil dizer de onde vem a inovação”, afirma. Segundo Rosana Folz, arquiteta e pesquisadora da Escola de Engenharia da Universidade de

São Paulo (USP), projetos em biônica podem ser desenvolvidos de duas formas: “*top down*, onde o problema define a pesquisa, e *botton up*, onde a observação de uma determinada forma, método ou processo existente na natureza é transformado em um banco de dados que pode ser usado para gerar um produto potencial”. Em design, normalmente, o processo é *top down*. Um exemplo recente, comenta a pesquisadora, é o Bionic, um carro conceito desenvolvido pela Mercedes-Benz bio-inspirado no peixe-cofre, uma espécie com “uma hidrodinâmica impressionante e uma estrutura óssea levíssima”.

INTERDISCIPLINARIDADE A biônica é interdisciplinar por natureza (com o perdão do trocadilho). A união entre biólogos e pesquisadores com um perfil mais projetual é necessária para que as idéias potenciais se concretizem.

“Porém, quando se introduz a biônica aos alunos de graduação, por exemplo, isso é feito de forma superficial, justamente por causa da falta desse contato mais próximo com biólogos”, pontua Rosana. Essa dificuldade também é assinalada por Vincent, que afirma que as universidades inglesas não lidam muito bem com a dissolução do paradigma das separações entre as áreas, ao contrário das alemãs. “A maioria dos grupos [no Instituto Max-Plank] trabalha interdisciplinarmente” comenta Gorb. Ainda assim, o Instituto tem dificuldade para conseguir profissionais com uma visão multidisciplinar para novas pesquisas. “As universidades continuam a ter uma subdivisão clássica das disciplinas”, lamenta.

ECOLOGICAMENTE ATUAL A questão do interesse pela biônica vem aumentando ultimamente, sobretudo porque está inserida no discurso da sustentabilidade. “Embora não tenha relação direta com a questão ambiental, quando se estuda a natureza para entender como os organismos resolveram suas questões ao longo de milhões de anos, desperta-se para princípios básicos de sustentabilidade que está intrínscico na natureza e que pode ser transferido para a sociedade como um todo”, finaliza Rosana Folz.

Enio Rodrigo Barbosa

EN BR S

Organizador:

Sinclair Mallet Guy Guerra

CÉLIO BERMANN JOAQUIM FRANCISCO DE CARVALHO PEDRO CARAJILESCOV
JOÃO MANOEL LOSADA MOREIRA MARCELO MICKE DOTI SINCLAIR MALLET GUY GUERRA OSWALDO SEVÁ

APRESENTAÇÃO

ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE ENERGIA, AMBIENTE E SOCIEDADE

Sinclair Mallet Guy Guerra

Questão vital em qualquer sociedade, seja em que tempo for, a energia está sempre em evidência, mesmo que não se atente para isso. Modernamente, a energia atingiu o *status* de ciência, levando estudiosos das mais diversas e diferentes modalidades do conhecimento a se dedicarem a ela. Junte-se a essa busca por conhecimento, o fato de a energia ter um caráter interdisciplinar, o que a fragiliza em sua complexidade. Tal visão faz com que vários aspectos que a compõem devam ser abordados.

No caso brasileiro, muito do que deveria ser feito pelos estudos sobre energia é dificultado pela interpretação desse caráter interdisciplinar como sendo uma falta de profundidade científica. Pode-se citar como exemplo maior de tal afirmação a posição da principal agência brasileira de fomento à pesquisa. Tal agência, sem estudos e consultas aos cientistas envolvidos e às sociedades que os representam, mantém uma divisão em suas subáreas de conhecimento que não reflete as reais necessidades de atendimento a esse caráter interdisciplinar.

Os artigos que formam este Núcleo Temático da *Ciência & Cultura* procuram, exatamente, demonstrar, cada um deles, sua especificidade e as características sobre as quais foram tecidos os comentários acima. Os trabalhos desenvolvidos visam a apresentar aspectos de políticas públicas que delimitam os estudos sobre energia e representam partes ou parcelas de opiniões e conclusões de alguns de seus grupos de pesquisa. Para tal, foi dada aos seus autores toda a liberdade de manifestação criativa possível.

OS ARTIGOS O artigo “Crise ambiental e as energias renováveis” de autoria de Célio Bermann situa o contexto internacional do atual debate ambiental e energético, e examina a inserção das energias renováveis no nosso país como biocombustíveis e como fontes de geração de eletricidade. No que se refere aos biocombustíveis, os problemas e benefícios ambientais do etanol a partir da cana-de-açúcar e do biodiesel são apresentados de forma crítica, permitindo o balizamento dos prós e contras que

os envolvem. Quanto à geração de eletricidade, o Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica) é apresentado com ênfase nas questões ambientais que cada uma das fontes apresenta, ressaltando os cuidados a serem considerados na implantação dos projetos. Por fim, o autor propõe para a reflexão uma questão de fundo: a impossibilidade de se falar em energias renováveis sem se considerar o atual modelo de produção e de consumo, cuja redefinição é absolutamente necessária para se evitar a crise ambiental marcada pelas mudanças climáticas. O artigo “Combustíveis fósseis e insustentabilidade”, de Joaquim Francisco de Carvalho, explica como as radiações solares que incidiram sobre a Terra desde as eras paleozóica e mesozóica, criaram condições para que surgissem e se desenvolvessem determinados organismos que, ao longo do tempo, converteram-se nos materiais fósseis que deram origem a combustíveis tais como turfa, carvão, petróleo e gás natural, os quais, portanto, representam energia solar acumulada por fotossíntese naqueles organismos, durante centenas de milhões de anos.

Esses combustíveis, particularmente o petróleo e o gás, estimularam a criação e desenvolvimento das modernas tecnologias industriais e agrícolas, graças às quais, no decorrer da chamada “idade do petróleo”, isto é, nos últimos 120 anos, boa parte da humanidade progrediu mais do que tinha progredido desde o início da era cristã; consumindo, nesse curto lapso de tempo, energia solar acumulada ao longo de centenas de milhões de anos. Agora, os mais respeitados geólogos do mundo – com raras divergências – colocam o pico da produção mundial de petróleo e gás em torno dos próximos 15 a 20 anos, o que significa que a “idade do petróleo” está chegando ao fim. Ocorre que, sem petróleo e gás, serão inúteis as modernas tecnologias agrícolas, industriais e de transportes e, neste contexto, o Brasil não constituirá exceção, de modo que a produção agrícola e industrial não será suficiente para sustentar os mais de 220 milhões de habitantes que o país deverá ter, quando a oferta daqueles combustíveis estiver escasseando. Não é difícil prever a gravidade da revolução social que então se deflagraria e, diante dessa real possibilidade, o princípio da precaução su-

gere que se comece desde já a estudar linhas de ação a serem adotadas pelo Estado, para que este, em sua função de disciplinador das atividades econômicas, adote medidas destinadas a modificar substancialmente a maneira como a energia é hoje consumida. Concluindo o seu artigo, Joaquim de Carvalho apresenta um cálculo indicativo do prazo de duração das reservas brasileiras de gás natural e pondera que o governo já deveria ter começado a estudar seriamente o assunto.

O artigo “Aspectos técnicos, econômicos e sociais do uso pacífico da energia nuclear”, de João Manoel Louzada Moreira e Pedro Carajilescov, apresenta a evolução da energia nuclear no mundo, seu estado tecnológico atual e analisa as razões para o renovado interesse por essa fonte de energia limpa. Esse interesse surge a partir de projeções levando em consideração o crescimento populacional que aponta a necessidade de se quintuplicar o fornecimento de energia no mundo até 2050, principalmente na Ásia, África e América do Sul. Tal cenário, conjugado com as possíveis mudanças climáticas e a escalada de preços para a geração de energia, provocou o ressurgimento de usinas nucleares para geração de potência. Atualmente, existem no mundo 443 usinas nucleares representando 17% da potência instalada mundial e espera-se um crescimento de importância dessa forma de geração nos próximos anos.

A geração núcleo-elétrica está passando por um momento de grande inovação tecnológica. Há, atualmente, estudos para o desenvolvimento de novos tipos de reatores em vários países com interesses diversos, quanto à finalidade do reator, seja para a produção de eletricidade, hidrogênio, gerenciamento de resíduos radioativos, ou para utilização em pequenas malhas de eletricidade. As novas propostas envolvem potência variando entre 150 e 1500 MW(e), reatores rápidos (operam com nêutrons com energia mais elevada), reatores térmicos (nêutrons com energia em equilíbrio térmico com o meio) e um com energia dos nêutrons numa faixa intermediária. Todos consideram a utilização de ciclo de combustível fechado, isto é, com o combustível irradiado sendo reciclado e todos operam a temperaturas acima das temperaturas dos reatores atuais para aumentar a eficiência energética.

Do ponto de vista ambiental, os reatores nucleares são interessantes por não emitirem gases do efeito estufa durante sua operação. Desta forma, a geração núcleo-elétrica não contribui para o aquecimento global. Em relação aos rejeitos radioativos, intensas pesquisas levaram a propostas de novas tecnologias que reduzem o tempo necessário de estocagem desses rejeitos para algumas centenas de anos. Esse tempo, embora ainda longo, é comparável a vários resíduos industriais que requerem tempos semelhantes para voltar ao estado natural como, por exemplo, latas de alumínio, materiais plásticos, pilhas e baterias, etc.

O artigo “Biocombustíveis, uma polêmica do desenvolvimento socioeconômico”, de Marcelo Mücke Doti e Sinclair Mallet-Guy Guerra, procura traçar a problemática existente em torno do tema cada vez mais mundial de uma fonte renovável e em evidência. A grande mídia tem colocado quase sempre a questão em torno do eixo *crise energética*, busca de recurso renovável e o programa nacional de biocombustíveis (PNPB) como solução social, econômica e, acima de qualquer coisa, nacional.

Mas a questão não é tão simples assim e o artigo procura delinear esse quadro mais problemático a partir da análise do próprio documento elaborado pelo governo, ou seja, o Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial. Este tencionou mostrar a viabilidade de implantar o programa de biodiesel. No entanto, tal artigo deixa em evidência a potencialidade que o pro-

grama pode ter sobre as condições de desenvolvimento. Especialmente sendo esta palavra não apenas uma ideologia que se marcou fortemente no pós-guerra no mundo e com força enorme e de destaque no Brasil, mas também porque a palavra induz a muitos erros e qualquer política pública (governamental) que se queira justificar utiliza a mesma procurando mostrar a importância do referido programa para a sociedade.

Colocando sua ênfase no relatório governamental, o artigo vai mostrando o que fica obscuro no que se refere aos impactos ambientais, concentração de terras, controle dos recursos energéticos, entre outros temas. Dessa forma é que se pode considerar: serão os biocombustíveis – no caso exemplificado pelo biodiesel – uma potencialidade de desenvolvimento?

O artigo “Estranhas catedrais. Notas sobre o capital hidrelétrico, a natureza e a sociedade”, de Oswaldo Sevá, analisa as hidrelétricas do ponto de vista da economia política, da geografia e das ciências sociais. Tais usinas são resultados típicos da ação de uma indústria barrageira (*dam industry*) e peças-chave de um processo histórico-social, o de eletrificação do país. A relação com a natureza é definida a partir da noção de represa como fato físico-territorial inédito, objeto de uma articulação de conhecimentos técnicos e científicos, aqui tratado como “ciência barrageira”, da qual se adota a vertente crítica. O seu funcionamento como negócio, como unidade econômica, é, na prática, constrangido por sua condição física intrínseca, pelo seu risco de integridade, já que ocorrem acidentes; são registrados também tremores de terra, fenômeno conhecido como “sismicidade induzida por barragens”. Do ponto de vista social e econômico, os problemas são sérios e não cabem no tratamento burocrático de meros “impactos”, devendo ser encarados como emblemas da expansão capitalista, na qual vigoram os mecanismos da acumulação primitiva e da mercantilização, já que uma nova sociedade se define a partir de sua construção, com destaque para as populações humanas atingidas. Internacionalmente, esse marco pode também ser observado nas avaliações da Comissão Mundial de Barragens: a era da construção incessante de grandes represas está próxima do fim.

Os trabalhos apresentados neste Núcleo Temático, como descrito, visam apresentar os aspectos de políticas públicas que delimitam os estudos sobre energia e representam partes ou parcelas de opiniões e conclusões de alguns de seus grupos de pesquisa.

CRISE AMBIENTAL E AS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Célio Bermann

Oitenta e um por cento da atual oferta energética mundial, estimada em 11.435 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, é baseada nos combustíveis fósseis (IEA, 2007). As mudanças climáticas decorrentes das emissões dos gases de efeito estufa apontam uma crise ambiental em escala planetária sem precedentes.

Neste contexto, as energias renováveis aparecem como alternativa para reduzir os efeitos dessa crise. Entretanto, é extremamente difícil prever-se que essas fontes possam ser capazes de substituir a energia fóssil em um futuro próximo.

A esse respeito, as perspectivas estão longe de ser animadoras. As previsões para 2030 apontam para um cenário tendencial em que o petróleo manterá uma participação de 35% da oferta energética mundial, enquanto o carvão mineral responderá por 22% e o gás natural por 25% (2).

Por seu turno, as assim denominadas fontes renováveis – hidráulica, biomassa, solar, eólica, geotérmica –, que atualmente respondem por 12,7% da oferta energética mundial, poderão chegar a não mais do que 14% da oferta em 2030 (2).

Estima-se que o potencial eólico bruto mundial, seja de ordem de 500.000 TWh/ano (terawatt-hora por ano), o que significa mais de 30 vezes o atual consumo mundial de eletricidade. Desse potencial, no mínimo 10% é teoricamente aproveitável, o que corresponde a cerca de quatro vezes o consumo mundial de eletricidade.

Por seu turno, estima-se a existência de 2 trilhões de toneladas de biomassa no globo terrestre, ou seja, cerca de 400 toneladas *per capita*, o que, em termos energéticos, corresponde a oito vezes o consumo mundial de energia primária, hoje da ordem de 400 EJ (exa-joules) por ano. Projeções da Agência Internacional de Energia (IEA) indicam que o peso relativo da biomassa na geração mundial de eletricidade, deverá passar de 10 TWh em 1995, para 27 TWh em 2020.

No contexto internacional, os esforços na direção da ampliação da participação das energias renováveis são hoje objeto de um intenso debate. Particularmente no que se refere aos biocombustíveis, as controvérsias alcançam maior vigor nas discussões que opõem a expansão das monoculturas à produção alimentar. No que se refere à geração de eletricidade, a principal questão reside nos altos custos das fontes alternativas em relação às fontes tradicionais, o que impõe a necessidade da implementação de diversas estratégias de apoio a essas fontes, via-de-regra baseada na adoção de subsídios.

No Brasil, esse debate também se apresenta de forma aguda. Segundo dados preliminares do Balanço Energético Nacional (BEN, 2007) cerca de 45,8% da Matriz Energética do Brasil é renovável, frente aos 12,7% correspondentes à oferta energética mundial, como já assinalado. No entanto, 75% da energia elétrica do país é gerada em grandes usinas hidrelétricas, o que provoca significativos impactos ambientais, tais como o alagamento dessas áreas e a conseqüente perda da biodiversidade local. Os problemas sociais não são menores, como o da remoção de famílias das áreas atingidas pelos

empreendimentos hidrelétricos. Cerca de 250 mil famílias, ou quase um milhão de pessoas já foram expulsas de suas terras, sendo que menos de 10% receberam algum tipo de indenização.

Por seu turno, a lenha e carvão vegetal que representam 12% da oferta energética nacional, são entendidos como fontes renováveis, muito embora nesta conta não se considere a proporção ainda relevante da lenha e do carvão vegetal obtidos da mata nativa.

Ainda, 15,7% correspondem aos derivados da cana-de-açúcar (etanol e bagaço) obtidos a partir da atividade sucroalcooleira, cujos problemas sociais e ambientais não podem ser desprezados.

Este artigo faz uma análise das políticas de inserção das fontes renováveis de energia no Brasil, assinalando os problemas sociais e ambientais dos biocombustíveis (etanol e biodiesel) e das fontes alternativas de geração de eletricidade (eólica; biomassa e pequenas centrais hidrelétricas). O objetivo é reunir elementos para contribuir para o debate do papel das energias renováveis frente à atual crise energética de fundo ambiental.

1. BIOCMBUSTÍVEIS

1.1. ETANOL

O Proálcool – Programa Nacional do Álcool –, criado em novembro de 1975, é hoje a expressão mais elaborada das dificuldades de implantação de um programa de substituição de combustíveis fósseis sob ação dos mecanismos de mercado, que se seguiram à primeira fase onde prevaleceram os subsídios governamentais. É também o exemplo mais evidente de como eventuais benefícios ambientais são apropriados para manter privilégios. Por exemplo, durante os primeiros vinte anos, o programa foi fortemente subsidiado pelo governo. Em 1996, os usineiros deviam US\$ 4 bilhões ao setor financeiro e US\$ 5 bilhões à Petrobrás (Conta Álcool), dívidas estas que nunca foram salgadas.

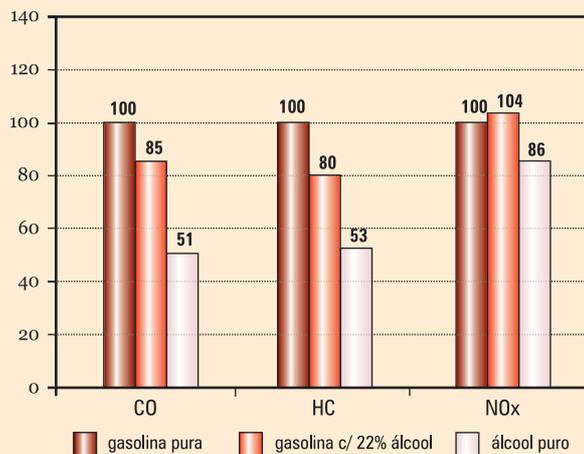
Lançado em 1975, após o primeiro choque mundial do petróleo, o Proálcool foi sendo aperfeiçoado até absorver 8% da área cultivada do país e criar mais de um milhão de empregos – 800 mil diretos e 250 mil indiretos – em todo o país (dados para 1991). Segundo dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), para 2005, dos 19 milhões de hectares de cana plantados no mundo, 5,8 milhões estão no Brasil. Ainda conforme dados para 2005, o país queima, por ano, 6,2 bilhões de metros cúbicos (m³) de álcool hidratado, o carburante que mistura 96% de álcool e 4% de água. Além disso, são mais 7,8 bilhões de m³ de álcool anidro que são adicionados à gasolina na proporção de 22-25% (MME/EPE, 2006).

Verifica-se que os volumes de produção do álcool hidratado seguem a instância que marca o Proálcool nos últimos trinta anos. A crise de abastecimento ocorrida em 1989, marcada pela falta intermitente do produto nas principais cidades do país, começou em abril de 1989 e não poupou nem mesmo os postos de abastecimento da região de Ribeirão Preto e Sertãozinho, que concentrava 40% da produção de álcool do estado de São Paulo, responsável pela produção de 7 bilhões dos 11 bilhões de álcool que eram produzidos no Brasil. A retomada da produção do álcool hidratado a partir de 2003, se deveu a entrada da produção dos veículos *flex fuel*, que possibilitam a utilização da gasolina e/ou do álcool em proporções variadas.

Por seu turno, a produção do álcool anidro está associada às variações do mix gasolina/álcool anidro, que são definidas pelo Conselho Interministerial de

Gráfico 1 - Emissões de poluentes segundo o combustível utilizado

Fonte: Anfavea, 2005 apud (3).



Alcool e Alcool (Cima), numa proporção que varia entre 22% e 25%. Cabe salientar os benefícios de ordem ambiental decorrentes da substituição da gasolina pelo álcool etílico. Adicionado na proporção de 22-25% à gasolina, o álcool anidro atua como anti-detonante, o que permitiu a substituição do venenoso chumbo tetra-etila. Sem dúvida, o coquetel de emissões formado pelo monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e de enxofre, além de metais pesados como o chumbo, seria bem mais prejudicial para a saúde humana que vive hoje nas grandes aglomerações urbanas brasileiras, não fosse esse mix constituído pela gasolina e etanol.

Os benefícios ambientais da adição do álcool anidro à gasolina podem ser visualizados no Gráfico 1, que compara a redução de emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NOx), considerando como 100% as emissões do motor a gasolina pura.

O monóxido de carbono é um gás tóxico, incolor e inodoro emitido pela combustão incompleta na queima do combustível. Essa substância reduz sensivelmente a capacidade do sangue de transportar oxigênio causando problemas de oxigenação nos tecidos dos órgãos, causando problemas como a diminuição do raciocínio e percepção. Verifica-se que a mistura com 22% de álcool anidro reduz em 15% as emissões de CO enquanto que com o álcool hidratado, as emissões se reduzem pela metade.

Quanto aos hidrocarbonetos (HC), substâncias compostas por hidrogênio e carbono, conhecidos como um dos precursores na formação do ozônio troposférico (de baixa altitude) – substância considerada tóxica, pois em altas concentrações, reduz a função pulmonar e a resistência respiratória a infecções –, a redução com a mistura com 22% de álcool anidro atinge 20%, enquanto que com o álcool hidratado, a exemplo do que ocorre com o CO, as emissões também se reduzem pela metade.

No que se refere aos óxidos de nitrogênio (NOx) que, a exemplo do que ocorre com os hidrocarbonetos, são também precursores na formação do ozônio de baixa altitude, a mistura com 22% de álcool anidro aumenta a emissão, sendo que com o álcool hidratado, as emissões se reduzem em 14%.

Ainda, a emissão de aldeídos, substâncias provenientes da oxidação incompleta de alcoóis, é bastante elevada para o álcool hidratado, alcançando o do-

bro em relação à gasolina pura, enquanto que para a mistura com 22% de álcool anidro, a emissão de aldeídos é a mesma.

Apesar do aumento dos hidrocarbonetos e dos aldeídos, o impacto na qualidade do ar não é significativa, pois os acetatos emitidos pelo álcool são menos nocivos à saúde quando comparados aos emitidos pelos combustíveis fósseis (3).

Queimadas

O período que antecede a colheita da cana tem sido marcado pela emissão de grandes quantidades de material particulado decorrente da queima da palha. Esse material particulado ultrapassa a barreira nasal e deposita-se nos brônquios causando processos infecciosos.

Franco (4) apresentou as seguintes considerações sobre as queimadas de cana-de-açúcar e a saúde humana: (a) durante a época das queimadas dos canaviais há uma piora na qualidade do ar na região; (b) a queimada dos canaviais não é o único fator de agravamento da qualidade do ar, mas em consequência da extensão da área plantada e da duração das queimadas, final de abril a início de novembro, as descargas de gases e de outros poluentes na atmosfera da região ganham um significado importante e não podem ser menosprezados; (c) a população de risco, que tem sua qualidade de vida e de saúde agravada em condições atmosféricas adversas, é bastante significativa; (d) a maioria das pessoas que compõem a população de risco demanda um número muito maior de consultas, internações, medicação e atendimentos ambulatoriais. Isso onera não só os serviços médicos, mas as economias das famílias. Com a utilização do expediente das queimadas, realizadas nos períodos secos (julho a setembro), verifica-se nesses períodos, um significativo aumento das concentrações de monóxido de carbono (CO) e de ozônio (O₃), além de material particulado, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono (CO₂), este na proporção de 2,1 toneladas de CO₂ por hectare de cana queimada.

No estado de São Paulo, a Lei Estadual 11.241, de 19 de setembro de 2002, estabeleceu a redução gradativa da queima prévia da cana nas áreas mecanizáveis, com eliminação total desse procedimento até o ano de 2021. Nas áreas não mecanizáveis, com extensão superior a 150 hectares, a queima deve ser eliminada até o ano de 2031.

Com a obrigatoriedade da extinção gradual das queimadas como forma de facilitar o corte manual da cana, a colheita mecanizada teve uma expansão acelerada, provocando a redução de diversos postos de trabalho.

Uso da água

Na produção de um litro de álcool gasta-se 13 litros de água, e ainda sobram 12 litros de vinhoto, sub-produto extremamente poluente normalmente utilizado na adubação dos canaviais.

Um estudo do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) mostra uma redução significativa no consumo de água pelas usinas no Centro-Sul do país na última década. Segundo o levantamento, o consumo médio de água em 1990 era de 5,6 metros cúbicos por tonelada de cana-de-açúcar produzida. Sete anos depois, esse consumo médio estava em 5,07 metros cúbicos por tonelada. O dado mais recente, de 2005, revela que, na média, as usinas captam 1,8 metro cúbico de água por tonelada produzida.

Os circuitos fechados de água são os principais responsáveis pela redução no consumo por permitirem o reuso da água, ou seja, o reaproveitamento do mesmo efluente. A lavagem da cana, por exemplo, é uma das etapas da produção que consome muita água. Há duas maneiras de reduzir o consumo da

Tabela 1: Balanço de energia na produção de álcool, com diversas matérias-primas

Fonte: (6; 7)

Matérias-primas	Energia renovável / Energia fóssil usada	Produtividade (litros/ha)
Álcool de milho (EUA)	1,3-1,6	4.700
Álcool de cana-de-açúcar (Brasil)	8,9	7.000
Álcool de beterraba (Alemanha)	2,0	1.600
Álcool de sorgo sacarino (África)	4,0	1.100
Álcool de trigo (Europa)	2,0	1.100
Álcool de mandioca	1,0	4.900

água neste caso: uma é adotar o circuito fechado, a outra é, simplesmente, parar de lavar a cana. E, para que seja possível, é preciso outro avanço das usinas na proteção ao meio ambiente: a eliminação gradativa da queima da cana na colheita.

A cana crua, obtida com a mecanização da colheita, não pode ser lavada porque há muita perda de açúcar no processo. Por isso, as usinas que já adotam a colheita da cana crua contribuem para a redução no uso de água na produção.

Destino do vinhoto

O vinhoto, também denominado vinhaça ou restilo, é um subproduto do processo de fabricação de açúcar e álcool de grande importância, não apenas devido a quantidade produzida (aproximadamente 12 litros para cada litro de álcool processado), mas principalmente em razão de seu poder poluidor. Caso o vinhoto seja despejado em cursos d'água, estes tornam-se impróprios para a utilização humana e provoca a morte de fauna e flora aquáticas devido às elevadas taxas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Por exemplo, o vinhoto, em conjunto com as águas residuárias apresentam um grande volume (10,85 / litro de álcool) e carga orgânica com cerca de 175 g DBO5 / litro de álcool (5). A vinhaça é aplicada na lavoura de cana conjuntamente com as águas residuárias (lavagem de pisos, purgas de circuitos fechados, sobra de condensados), promovendo a fertirrigação (aplicação de fertilizantes através da água de irrigação) com aproveitamento dos nutrientes.

A partir do ano de 1978, a Portaria Ministerial nº 323, de 29 de novembro, proibiu o lançamento direto ou indireto do vinhoto em corpos d'água de qualquer natureza. Desde então, iniciou-se a aplicação da vinhaça como fertilizante nas lavouras de cana-de-açúcar, prática realizada até os dias de hoje. Atualmente, o vinhoto é integralmente utilizado na fertirrigação. O percentual da área atingida pela fertirrigação é muito variável, sendo que algumas usinas aplicam o vinhoto em até 70% da área de cultivo e outras apresentam valores bem menores. Mas, de maneira geral, a cada safra esse valor tem aumentado, pois as usinas têm buscado a utilização mais racional do vinhoto visando maior produtividade agrícola e redução no uso de fertilizantes químicos.

O etanol da cana-de-açúcar no contexto internacional

A diversidade de matéria-prima utilizada, que se verifica na produção de etanol nos vários países produtores, impõe a necessidade de se avaliar comparativamente as características do processo de produção de cada uma dessas matérias-primas.

Um dos parâmetros que pode ser analisado se refere à relação entre quantidade de energia fóssil gasta em toda a cadeia produtiva do etanol, e a quantidade de energia renovável que é obtida. Este número é importante para caracterizar a substituição do combustível fóssil – o quão bom o combustível novo é como substituto do fóssil. Outro parâmetro importante é a produtividade, determinada pelas características da matéria-prima com respeito ao uso de solo, produção de alimentos e de energia.

A Tabela 1 apresenta os dados desses dois parâmetros para as várias matérias-primas utilizadas para a produção de etanol.

Observa-se que a cana-de-açúcar se destaca por sua produtividade em relação às demais matérias-primas, mas também, e principalmente, pela significativa proporção entre a energia renovável obtida em relação à energia fóssil gasta.

Vale ressaltar outros dados referentes à produção de etanol a partir da cana-de-açúcar em comparação com as demais matérias-primas. Em termos de emissão de dióxido de carbono, no caso do etanol da cana o valor é de 0,4 tCO₂ equivalente por metro cúbico de etanol anidro, enquanto que o etanol de milho é de 1,9 tCO₂ equivalente por metro cúbico. Ainda, os custos de produção do etanol de cana no Brasil se situam na faixa de US\$ 0,20-0,25/litro, enquanto que os custos avaliados para o etanol de milho nos Estados Unidos são de US\$ 0,33/litro, para o etanol de trigo na Europa são de US\$ 0,48/litro, e para o etanol de beterraba na Europa alcançam US\$ 0,52/litro.

Verifica-se, portanto, que em todos os parâmetros considerados o etanol da cana produzido no Brasil apresenta as maiores vantagens comparativas.

O governo brasileiro está atualmente empenhado na implantação de um processo de certificação do agrocombustível (etanol e do biodiesel), que confira ao combustível alternativo um selo de qualidade que lhe permita obter reconhecimento internacional. A certificação identificará que tipos de combustíveis são produzidos de forma sustentável, ou seja, aqueles que cumprem todos os requisitos de proteção ambiental e social, ao não explorar a mão-de-obra na cadeia produtiva. Ela também criará as condições para que os combustíveis alternativos possam ser negociados internacionalmente, com cotação em Bolsa, a exemplo das demais *commodities*.

1.2. BIODIESEL

No Brasil, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel foi implantado a partir da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005 (Lei do Biodiesel), que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, altera as leis 9478, 9847 e 10.636, dá prazos para introdução do consumo de biodiesel na matriz energética brasileira, que são de 2% em volume até 2008 e 5% em volume em 2013, e que rege vários dispositivos, como alterações nas atribuições da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) na comercialização dos biocombustíveis.

Por sua vez, o Decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005, regulamentou a Lei nº 11.097, que fixou em 2% o percentual da mistura de biodiesel de caráter obrigatório, e autoriza percentuais maiores de mistura de biodiesel ao diesel de origem fóssil para uso em geradores, locomotivas, embarcações e frotas veiculares cativas.

Vantagens e desvantagens ambientais do biodiesel

A utilização do biodiesel representa um ganho ambiental significativo no que se refere à redução das emissões. Isso porque boa parte do gás carbônico emi-

tido na queima do combustível é absorvida durante o crescimento da cultura da matéria-prima utilizada na sua produção.

Na Europa, as emissões de gases de efeito estufa da queima de biodiesel têm sido avaliadas desde a última década, considerando-se o uso de canola e soja, e éteres metílicos. Os resultados, relativos ao biodiesel puro, indicam uma redução de 40% a 60% das emissões verificadas no diesel mineral.

A Tabela 2 apresenta os dados comparativos de emissões de gases poluentes, segundo a proporção de biodiesel presente no combustível.

Observa-se que o biodiesel promove uma redução das principais emissões associadas ao diesel derivado de petróleo, como por exemplo, de óxidos de enxofre (SO_x). A redução é proporcional à quantidade misturada com o óleo diesel. Verifica-se também uma sensível diminuição (10%) das emissões de materiais particulados quando se usa a mistura de 20% de biodiesel e, segundo Knothe *et al.* (9), o uso desse combustível também diminui as emissões de hidrocarbonetos poliaromáticos, que são responsáveis pelo desenvolvimento de vários tipos de câncer.

Todavia, é importante salientar que os óxidos de nitrogênio (NO_x) são as únicas substâncias cujas emissões aumentam quando se compara as emissões do biodiesel com as do diesel mineral. Os óxidos de nitrogênio reagem na atmosfera, principalmente sob ação da luz solar, formando um conjunto de gases agressivos denominados oxidantes fotoquímicos.

O mais importante dentre eles é o ozônio, que nas camadas inferiores da atmosfera exerce ação nociva sobre os vegetais, animais, materiais e o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas. Nas plantas, o ozônio age como inibidor da fotossíntese, produzindo lesões características nas folhas. No homem, o ozônio provoca danos na estrutura pulmonar, reduzindo sua capacidade e diminuindo a resistência às infecções deste órgão, causando ainda o agravamento das doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos.

Nesse sentido, uma maior participação do biodiesel na composição do combustível, especialmente se for utilizado nos principais centros urbanos, contribuirá para aumentar ainda mais os índices de saturação do ozônio na baixa altitude, já presentes em várias cidades do país.

Portanto, apesar de parecer evidente as vantagens ambientais do biodiesel, estudos devem ser realizados para se comparar se o volume de subsídios que esse biocombustível receberá será menor do que os custos com saúde pública que ocorreriam, caso não houvesse a inserção desse combustível na matriz energética brasileira. Trata-se de verificar se não haveriam outras tecnologias mais eficientes do ponto de vista ambiental, do que a adoção do biodiesel. Por exemplo, deveria se investigar se a adoção de padrões mais rígidos de nível de poluentes no petrodiesel poderia trazer resultados ambientais mais satisfatórios do que o próprio biodiesel.

Estudos realizados para a Alemanha apontam que, a partir de uma porcentagem a substituir o diesel pelo biodiesel, a política do biodiesel seria menos eficiente do que outras medidas de mitigação de poluentes atmosféricos devido ao nível de subsídios necessários para esse combustível (10). Já para os Estados Unidos, Wassel e Dittmer (11) realizaram um estudo em que chegaram à conclusão de que para o país, o volume de dinheiro a ser dado para os produtores de biodiesel compensa os custos não incorridos em saúde e também pela adoção de novas tecnologias pelo menos até 2030.

Espera-se que o Brasil realize a análise dessas questões para que a política de investimentos nesse setor não se caracterize pelo uso ineficiente de recursos

Tabela 2 – Emissões de poluentes das diversas composições

Fonte: : Elaboração do autor com base em (8)

Poluente	B100 (100% de biodiesel)	B20 (20% de biodiesel)	B10 (10% de biodiesel)	B5 (5% de biodiesel)
Gases de efeito estufa	-78	-15	-7,5	-3,75
Óxidos de enxofre (SO _x)	-98	-19	-9,5	-4,95
Material particulado	-50	-10	-5	-2,5
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	+13	+2,5	+1,3	+0,65

públicos. A Embrapa (12) estima que apenas para a recuperação dos solos para o cultivo de biodiesel serão necessários recursos da ordem de 40 bilhões de reais. Não se pode tratar a questão da inserção de um novo combustível na matriz energética de modo simplista e apressado, uma vez que seu nível de complexidade requer uma investigação sistemática das questões tecnológicas, econômicas, ambientais e sociais envolvidas.

A questão da soja

Atualmente, no Brasil, 75% das emissões de gases efeito-estufa são provenientes das mudanças de uso da terra, dentre estas as que mais se destacam são as queimadas que ocorrem principalmente no cerrado e nas bordas da floresta amazônica e, mais recentemente, alcançando áreas mais profundas da floresta. Hoje, a expansão da área plantada com soja é uma das principais causas do desmatamento das florestas do estado do Mato Grosso. Ela é a maior responsável pelo número recorde de 26.130 quilômetros quadrados de desmatamento da Amazônia, entre agosto de 2003 e agosto de 2004, um crescimento de 6% em relação ao período anterior (13). O problema se estende também para o restante da floresta amazônica. Nos últimos anos, mais de 1 milhão de hectares de florestas foram convertidos em campos de soja na Amazônia. Deve-se, dessa maneira, considerar se o benefício proveniente da produção do biodiesel nessas regiões, em que poderá haver redução da floresta, terá um saldo positivo de emissões de gases de efeito estufa.

Estudos apontam que a dinâmica do desmatamento ocorre, sobretudo, pela expansão das grandes propriedades que se aliam às madeiras da região. A primeira busca aumentar sua área de pecuária extensiva, principalmente, e de plantio; enquanto que a segunda captura madeira para a comercialização ilegal (14). Nesse contexto, o cultivo da soja em solo amazônico não se sustenta por mais de três anos, devido a fragilidade do solo dessa região. Além disso, os lençóis freáticos de algumas regiões da Amazônia se caracterizam por baixa profundidade, o que os deixa mais facilmente expostos à contaminação pelo uso de agrotóxicos.

A soja será uma das principais oleaginosas do programa de biodiesel, pois é, notadamente, a cultura mais bem estabelecida no território brasileiro. Mas, como demonstrado acima, isso poderá colaborar para uma alteração ainda maior da paisagem geográfica do país, causando malefícios para a biodiversidade e podendo contaminar os lençóis freáticos.

Além desses impactos ambientais, em termos sociais, a expansão dessa monocultura poderá causar o deslocamento de populações para outras regiões, provavelmente para as cidades também numa mesma região, devido à falta de emprego no campo, como observado anteriormente. Entre 1996 e 2004,

a produção de soja mais do que dobrou, enquanto o número de trabalhadores envolvidos caiu pela metade. A dinâmica da produção de soja tem se pautado pelo aumento da produtividade marcado por redução de mão-de-obra, mecanização, uso de fertilizantes e de sementes geneticamente modificadas. Além de empregar pouco, essa monocultura também apresenta uma dinâmica concentradora de terra. A grande propriedade expande suas fronteiras assediando o pequeno produtor para que lhe venda suas terras a preços acima do mercado. Vendida a propriedade, o pequeno proprietário migra para terras mais distantes e compra o dobro ou até o triplo de hectares que possuía anteriormente (13), ameaçando as florestas.

Cabe assinalar que, nos dias de hoje, esse processo de expansão da fronteira agrícola está se esgotando. O pequeno proprietário já não está encontrando mais terras e o fechamento da fronteira o impele para as grandes cidades. Outro ponto que merece destaque é a presença de grandes empresas, situadas no Centro-Oeste e Sudeste, com produção de soja em larga escala.

A redução da produção de outras culturas

O Brasil pode ser um dos grandes exportadores de biocombustíveis em nível mundial. Entretanto, não se pode permitir que a expansão dos cultivos de plantas oleaginosas destinadas à produção de biodiesel ameace a produção de alimentos. Segundo estudos, hoje já se observa a redução da produção de algumas culturas usadas na alimentação, como feijão, em prol do aumento da expansão das monoculturas (13). Deve-se assegurar que as culturas básicas sejam produzidas para o mercado interno, ou seja, as políticas públicas devem ser desenhadas de modo que o preço dessas culturas não aumente muito e sua garantia de suprimento seja adequada às necessidades da população. Mas que também assegure a adequada remuneração da produção baseada na agricultura familiar.

Acredita-se que expansão do cultivo de plantas para a produção de biocombustíveis deve ser dar em áreas disponíveis, degradadas ou já desflorestadas. Entretanto, na maioria dos casos, tais áreas necessitariam de investimentos para serem adaptados ao plantio. De acordo com informações da Embrapa (12), a necessidade de investimentos para a recuperação dessas áreas tornaria mais vantajoso o desmatamento de áreas novas. Ou seja, pode ser mais barato derrubar florestas que recuperar áreas já disponíveis. Junto com todas as considerações relativas ao meio ambiente, no que diz respeito à soja e à mamona, essa informação coloca dúvidas com relação à capacidade do governo de articular o programa de modo que ele não se torne mais um vetor de desmatamento.

Além disso, deve-se recordar que os agrotóxicos podem causar a contaminação dos lençóis freáticos e o uso indiscriminado de fertilizantes agrícolas pode interferir no equilíbrio ácido-base dos solos.

Espera-se que os órgãos ambientais como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) trabalhem no sentido de criar resoluções que garantam a expansão segura das culturas usadas na produção de biodiesel. Além disso, fica evidente que aumenta o desafio dos órgãos ambientais de fiscalização para que se acompanhe esse processo. Apenas dessa maneira poderá se evitar que os benefícios ambientais obtidos na queima do biodiesel não sejam perdidos na sua produção.

Em termos ambientais, também é necessário que o governo federal dê condi-

ções à ANP de cumprir seu papel de agente fiscalizador do segmento de combustíveis, evitando que seja usado combustível fora das especificações e sem controle do nível de emissões. Também é necessário um acompanhamento do trabalho das distribuidoras, responsáveis pela mistura do biodiesel ao diesel. A eliminação do contingenciamento de recursos do orçamento da agência poderia colaborar nesse sentido, na medida em que daria plenas condições da mesma cumprir suas funções e contratar pessoal especializado para tanto. Para que esse controle seja feito, também há necessidade de investimentos na instalação de laboratórios de aferição de qualidade do combustível.

Outro ponto importante a se destacar é a qualidade dos empregos gerados pelo programa até agora, neste caso os referentes a todas as oleaginosas usadas. Se o objetivo do governo federal de fato é gerar empregos de qualidade, de modo a permitir a implantação de uma estratégia de desenvolvimento ambientalmente sustentável, economicamente sustentada e socialmente inclusiva, é necessária a revisão de alguns procedimentos adotados até agora no programa. Devem ser estudadas formas alternativas de modo que os agricultores tenham uma participação mais intensa e eficiente no processo tecnológico, não se limitando apenas à produção das matérias-primas. Uma sugestão, nesse sentido, é o fomento de cooperativas que atuem em todos os itens da cadeia de produção do biodiesel.

Com relação ao uso do biodiesel, destaca-se ainda o fato de que, pelo menos aparentemente, não houve uma preocupação do governo para fazer com que a produção do combustível se dê nas proximidades dos centros de consumo. Nesse sentido, a obrigatoriedade dos mesmos percentuais de mistura em todas as regiões do país pode ser considerada uma falha. Isso porque algumas regiões têm condições de produção muito grandes e terá de ser gasto tanto diesel como biodiesel para levar essa produção para os centros consumidores. Uma alternativa, nesse caso, seria as normas preverem um consumo superior do biocombustível em regiões com maior potencial de produção.

Considerando o programa do biodiesel como um programa de inclusão social, – uma vez que, ao lançá-lo, o governo federal apresentou-o como um dos pilares de sua ação de inserção social –, observou-se que a atuação do aparelho estatal, no que tange a geração de empregos, limitou-se a uma restrita ampliação do excedente gerado pelos grandes produtores de grãos. Os subsídios à agricultura familiar, da forma como estão dispostos, permitem ao grande produtor que amplie sua margem apenas por comprar matéria-prima de propriedades que possuam o selo social. Os contratos de compra e venda entre os agricultores e as empresas serão negociados e os preços fixados pelos compradores, gerando uma dependência dos primeiros em relação aos últimos.

Além disso, a aparente contradição entre a agricultura familiar e o agrobusiness não existe, pois o processo de obtenção de um biodiesel que atenda às especificações requeridas não é simples, pois há necessidade de laboratório de controle de qualidade, entre outros aparatos. Deste modo, os dois modelos atuarão de modo a se complementarem, pois o modelo familiar será apenas um fornecedor de matéria-prima, enquanto que os grandes produtores ficarão responsáveis pela fabricação do biodiesel propriamente dito. Assim, o grande produtor, devido à isenção de impostos, poderá operar com uma margem muito superior a que teria, caso comprasse a matéria-prima de fabricantes que não utilizassem mão-de-obra dos agricultores em regime familiar.

**É PRECISO
GARANTIR A
EXPANSÃO
SEGURA DAS
CULTURAS
USADAS NA
PRODUÇÃO DO
BIODIESEL**

O que se sugere é que dentro do âmbito do programa se reavalie o papel da agricultura familiar. O programa deveria, como já assinalado, garantir uma porcentagem da produção em regime familiar e incentivar a formação de cooperativas próximas a assentamentos e pequenas propriedades rurais para a produção do biocombustível e formação de um desenvolvimento rural que privilegie a emancipação dessas famílias. Tal perspectiva, entretanto, parece longínqua, pois esse modelo necessitaria de uma profunda transformação do programa e da atuação do Estado no que tange às políticas de reforma agrária. O Brasil sempre foi conhecido como um país com grande potencial agrícola, mas, devido ao processo caótico de urbanização, pelo qual passou ao longo do século XX, ocorreram grandes migrações para as cidades. Boa parte delas deveu-se ao crescimento da agricultura de grande escala. Na maioria dos casos, trata-se de um modelo agrícola que utiliza pouca mão-de-obra e é grande concentrador de renda.

A partir do fim do regime militar, importantes movimentos sociais iniciaram sua pauta de reivindicação, antes represada pela violência do modelo autoritário, em prol de melhor distribuição das terras do país, iniciando, assim, um processo mais intenso de reforma agrária (15). O Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra (MST), apesar de críticas de setores da sociedade ligados às oligarquias rurais, vem catalisando o processo de reforma agrária no país, rompendo, ou ao menos tentando equilibrar, o poder de barganha dos grandes proprietários de terra frente aos governos (16).

Há muito a se fazer no que se refere à questão agrária no país, pois, se por um lado o processo de assentamento de famílias foi intensificado, a expansão das monoculturas tem alcançado grande crescimento devido, principalmente, à cultura da soja. Desse modo, desenvolver alternativas econômicas que garantam às pequenas propriedades e aos novos assentamentos da reforma agrária a geração de renda e a fixação na terra é extremamente importante.

Dentre os principais entraves para esses objetivos, Sachs (17) aponta a descrença política das elites brasileiras, e inclusive de uma parcela da esquerda brasileira, na viabilidade econômica da agricultura familiar e na capacidade inovadora das sociedades rurais.

O biodiesel poderia lograr um papel importante no alcance desse contexto de melhoria do quadro social brasileiro, além de colaborar para a reorientação da trajetória de desenvolvimento econômico do país, devendo ser encarado como um projeto de definição estrutural da agenda política brasileira para a geração de empregos decentes no campo e para distribuição de renda. O programa de biodiesel prevê uma forte participação da agricultura familiar, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país, com a utilização de óleo de dendê e de mamona, respectivamente. Nas outras regiões, a soja é apontada como uma das principais matérias-primas. Entretanto, outras oleaginosas poderão fazer parte do mercado do biodiesel.

O Brasil possui grande expertise na produção de energia através da biomassa. Segundo Peres et al. (18), o país possui 90 milhões de hectares que podem ser incorporados de maneira sustentável ao processo produtivo. Somente na Amazônia, milhões de hectares de áreas desmatadas poderiam ser utilizados para plantação de dendê. Além disso, em áreas das regiões Centro-Oeste e Sudeste outras culturas como o amendoim, a soja e o girassol podem ser viáveis.

Entretanto, cabe ressaltar que nesse desenvolvimento rural, para que se possa alcançar condições ambientalmente sustentáveis e socialmente inclusivas, é necessária a implantação de um processo estratégico de modo que as pequenas propriedades possam ser um dos principais atores do

processo. Para tanto, é importante que as políticas públicas sejam formuladas de modo a garantir os interesses dos pequenos proprietários de terra. Segundo Sachs (19), o desafio está em aliar o desenvolvimento rural e a garantia de uma agricultura sustentável que garanta a eficiência na utilização dos recursos naturais e a geração de emprego através da formação de cooperativas.

Além disso, cabe citar que o desenvolvimento de uma nova classe de empreendedores no meio rural é importante para que cadeias produtivas dinâmicas surjam no campo, gerando demanda por serviços rurais. Entretanto, vencer esse desafio não é simples. Há inúmeras barreiras a serem superadas, tais como a falta de aparato institucional e dificuldades culturais dos próprios agricultores.

O biodiesel, em particular quando produzido a partir de oleaginosas cuja produção é viável em pequena agricultura, oferece uma oportunidade única de geração de emprego associada à sustentabilidade ambiental. Não colabora com esse quadro, no entanto, o fato de que a agricultura rural nunca ter sido alvo de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias desenvolvidas especialmente para atender esse tipo de agricultura. A grande agricultura, por outro lado, tem recebido muitos investimentos há mais de 30 anos, como é o caso em particular da soja.

2. A GERAÇÃO DE ELETRICIDADE A PARTIR DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

No Brasil, o consumo crescente e o impacto ambiental e social causados pelas fontes de energias tradicionais levaram o governo e a sociedade a pensarem em novas alternativas para geração de energia elétrica. Diante desse cenário, as fontes alternativas de energia como eólica, solar e biomassa, são consideradas de forma positiva. Além de causarem impactos substancialmente menores, ainda evitam a emissão de toneladas de gás carbônico na atmosfera. O debate contínuo, sobre os impactos causados pela dependência de combustíveis fósseis, contribuiu decisivamente para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio de geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis, e ambientalmente corretas.

Para incentivar a utilização de fontes alternativas de energia, foi criado em 26 de abril de 2002, pela Lei nº 10.438, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), o qual posteriormente foi revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, que assegurou a participação de um maior número de estados no programa, o incentivo à indústria nacional e a exclusão dos consumidores de baixa renda do rateio da compra da nova energia. O objetivo principal do programa é financiar, com suporte do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), projetos de geração de energias a partir dos ventos (energia eólica), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e bagaço de cana, casca de arroz, cavaco de madeira e biogás de aterro sanitário (biomassa).

A linha de crédito prevê financiamento de até 70% do investimento, excluindo apenas bens e serviços importados e aquisição de terrenos. Os investidores terão que garantir 30% do projeto com capital próprio. As condições do financiamento são: Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) + 2% de spread básico e até 1,5% de spread de risco ao ano, carência de seis meses após a entrada em operação comercial, amortização por dez anos e não-pagamento de juros durante a construção do empreendimento.

A Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.) é a responsável pela contratação dos projetos e após a chamada pública recebe projetos de vários empreendedores interessados. No contrato de compra de energia de longo pra-

zo (PPAs), a mesma Eletrobrás assegura ao empreendedor uma receita mínima de 70% da energia centralizada, durante o período de financiamento, e proteção integral quanto aos riscos de exposição do mercado de curto prazo. Os contratos têm duração de 20 anos e envolvem projetos selecionados que entrariam em operação até dezembro de 2006.

Além de ser visto como um importante instrumento para a diversificação da matriz energética do país, o Proinfa quer garantir maior confiabilidade e segurança ao abastecimento, principalmente após a crise do setor e o racionamento de 2001. Uma das exigências da legislação é a obrigatoriedade de um índice de nacionalização de 60% do custo total de construção dos projetos. O programa permite, também, maior inserção do pequeno produtor de energia elétrica diversificando o número de agentes do setor.

Os critérios de regionalização estabeleceram um limite de contratação por estado de 20% da potência total destinada às fontes eólica e biomassa, e 15% para as PCHs. Caso não seja contratada a totalidade dos 1.100 MW destinados a cada tecnologia, o potencial não contratado seria distribuído entre os estados. A contratação inicial é para geração de 3.300 MW de energia, sendo 1.100 MW de cada fonte, com previsão de investimentos na ordem de R\$ 8,6 bilhões. Apesar de alternativa, a energia solar não está contemplada no programa; isto porque a energia solar é aplicada a sistemas de pequeno porte, em comunidades isoladas, e o Proinfa, é destinado a tecnologias mais amadurecidas, com possibilidade de manter unidades de maior porte, o que não é o caso da energia solar. Além disso, o programa é destinado às fontes que podem ser integradas do Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN), o qual é considerado o principal sistema de produção e transmissão de energia elétrica do país. É formado por empresas da região Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), indicam que apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do Brasil está fora do SIN, em pequenos sistemas isolados.

A despeito da grande aceitação e benefícios que o programa prevê, a assessoria de imprensa do Ministério de Minas e Energia tem informado que não há projeções futuras para o Proinfa. O número de empresas que se apresentaram para participar do programa foi maior que o esperado pelo governo. Foram apresentados projetos envolvendo geração de 6.600 MW, o dobro de energia solicitada pela Eletrobrás. Aqueles que tinham licença ambiental antiga tiveram prioridade e os empreendimentos deveriam entrar em funcionamento a partir de dezembro de 2006.

A produção de 3,3 mil MW a partir de fontes alternativas renováveis dobraria a participação na matriz de energia elétrica brasileira das fontes eólicas, biomassa e PCH, que atualmente respondem por 3,1% ao total produzido e que no final de 2006, poderiam chegar a 6%.

Entretanto, dados de fevereiro de 2008 do Departamento de Desenvolvimento Energético do MME indicavam que 1.001,18 MW estavam em operação comercial, representando apenas 30,3% do total previsto inicialmente pelo programa.

2.1. ENERGIA EÓLICA

A energia dos ventos pode ser explicada, em termos físicos, como aquela de origem cinética formada nas massas de ar em movimento. Seu aproveitamento é feito por meio de conversão da energia cinética de translação, em energia cinética de rotação. Para a produção de energia eólica, são utilizadas turbinas também conhecidas como aerogeradores, e para a realização de tra-

balhos mecânicos (como bombeamento de água ou a moagem do trigo), cata-ventos de diversos tipos.

As primeiras experiências para geração de eletricidade por meio dos ventos surgiram no século XIX. Em 1976, menos de um século após o início dos estudos, foi instalada na Dinamarca, a primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública. Atualmente, existem mais de 30.000 MW de capacidade instalada no mundo. A maioria dos projetos está localizada na Alemanha, Dinamarca, Espanha e nos Estados Unidos. No Brasil, os primeiros anemógrafos computadorizados e sensores especiais para medição do potencial eólico, foram instalados no Ceará e em Fernando de Noronha (PE), no início dos anos 1990 (20).

Dados do Atlas Potencial Eólico Brasileiro, apontam que o potencial eólico brasileiro indicativo é de 143.000 MW (272,2 TWh/ano), sendo que 7.694,05 MW foram autorizados. Atualmente, as 15 usinas em operação têm capacidade instalada para gerar apenas 236,8 MW. As áreas com maior potencial elétrico encontram-se nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste.

Sob o ponto de vista ambiental, algumas restrições à implantação de usinas eólicas no Brasil devem ser assinaladas. Estima-se que a metade do potencial eólico da região Nordeste (75.000 MW, ou 144,3 TWh/ano) esteja localizado em Áreas de Preservação Permanente (APPs) em função da existência de dunas. A instalação das turbinas eólicas em torres impõe a necessidade da adoção de cuidados para evitar problemas decorrentes da fragilidade desses terrenos. Outra restrição deve-se ao impacto visual decorrente da presença dessas turbinas em áreas consagradas ao turismo. Ainda, deve-se considerar a necessidade de estudos prévios com respeito às rotas de migração das aves, de forma a evitar que as turbinas eólicas sejam obstáculos aos movimentos migratórios das mesmas.

2.2. BIOMASSA

Matéria orgânica de origem animal ou vegetal que pode ser utilizada na produção de energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar, pois resulta da conversão de energia solar em energia química por meio da fotossíntese, base dos processos biológicos dos seres vivos.

Uma das principais vantagens da biomassa é o seu aproveitamento direto por meio da combustão da matéria orgânica em fornos ou caldeiras. Atualmente, a biomassa vem sendo bastante utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração (produção simultânea de calor e eletricidade) e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas de rede elétrica.

Segundo dados preliminares do Balanço Energético Nacional (BEN, 2007), a participação da biomassa na matriz energética brasileira (oferta interna de eletricidade e combustíveis) é de 30,9%, a partir da utilização de lenha e carvão vegetal (12,0%), produtos da cana-de-açúcar (15,7%) e outros (3,2%). O potencial autorizado para empreendimento de geração de energia elétrica de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), é de 1.376,5 MW, quando se consideram apenas centrais geradoras que utilizam bagaço de cana-de-açúcar (1.198,2 MW), resíduos de madeira (41,2 MW), biogás ou gás de aterro (20 MW) e lixo, também conhecida como licor negro (117,1 MW). Durante o ano de 2006 três novas centrais geradoras a biomassa (bagaço de cana), entraram em operação comercial no país inserindo 59,44 MW à matriz de energia elétrica nacional.

O setor sucroalcooleiro detém a maior capacidade de geração de energia elétrica (2.764 MW), que representa 70% da geração com biomassa, a partir do aproveitamento do bagaço de cana e da palha em centrais térmicas.

O bagaço de cana-de-açúcar é a biomassa de maior representatividade na matriz energética brasileira, sendo responsável pelo suprimento de energia térmica, mecânica e elétrica das unidades de produção de açúcar e álcool, através da produção simultânea de calor e eletricidade por sistemas de co-geração.

De acordo com dados da União da Agroindústria Canavieira (21), da potência instalada para geração a partir de bagaço de cana, 700 MW estão sendo vendidos para as concessionárias de energia. A previsão do setor é de que na safra 2009/2010 sejam produzidos 560 milhões de toneladas de cana, um crescimento de cerca de 45%, e que a potência instalada no setor aumentaria em 4.000 MW.

Entretanto, ainda existe espaço para o aprimoramento tecnológico de muitas usinas. Um assunto que há bastante tempo é apontado como de grande importância para o setor, principalmente por cientistas e acadêmicos (22;23;24), e que vem agora ganhando força, especialmente em razão do interesse das usinas pelo mercado de energia, e também devido a questões ambientais, é o uso da palha da cana.

Segundo Macedo e Nogueira (25), foram feitas estimativas quanto ao aumento dos excedentes de eletricidade para diversos níveis de tecnologias, convencionais ou em desenvolvimento. Os resultados mostram que a operação com sistemas convencionais de alta pressão, utilizando 40% da palha recuperada, se implantada em 80% dos sistemas, com a produção atual de cana, poderia gerar cerca de 30 TWh de excedentes. A tecnologia mais promissora, que conduziria a um aumento considerável da produção de energia elétrica, é a gaseificação de biomassa integrada à turbina a gás (BIG/GT). Ainda não existem processos comerciais. A gaseificação de biomassa no setor sucroalcooleiro tem sido intensivamente estudada (22;24).

O setor arrozeiro brasileiro está concentrado na região Sul do país, onde em 2006 foram produzidos 7,5 milhões de toneladas, 57% da produção nacional, de 13,2 milhões de toneladas (IBGE, 2005).

A casca de arroz representa 20% (em peso) da quantidade total de arroz colhida. O Brasil possui um potencial de geração de energia de 337 MW, concentrados principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Mato Grosso (26). Ainda segundo o Banco de Informações sobre Geração, da Aneel, existem no Brasil duas unidades gerando energia a partir de cascas de arroz, com potência instalada de 6,4 MW, e mais quatro unidades estão aguardando autorização para instalarem mais 25 MW.

Nas usinas termelétricas, a lixívia – resíduo resultante do processo de cozimento da madeira para produção de celulose, denominado processo sulfato ou kraft – é utilizada como combustível no processo de co-geração, com capacidade instalada total de 783 MW, associada às demais fontes de geração própria existentes no segmento de papel e celulose, que produzem 47% da eletricidade consumida.

A geração de eletricidade empregando resíduos de madeira é mais acentuada nas indústrias de celulose e nas integradas (fabricantes de papel e celulose), pois nesses grupos ocorre o processamento da madeira, que é a matéria-prima para produção de celulose. A madeira aproveitada para a geração de energia deriva das cascas e aparas das árvores processadas. Nessas unidades a produção

de energia atende de 50% a 80% da demanda interna, já as unidades que fabricam apenas papel geram apenas 10% da energia consumida no processo, comprando o restante das concessionárias (27). Algumas unidades produtoras vendem o excedente para a rede, como é o caso da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra), que desde 2001 deixou de comprar energia da concessionária e passou a vender cerca de 200 MWh/dia (28).

2.3. PCHS – PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

São usinas com potência instalada superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW, que atendem aos requisitos das resoluções especificadas na Aneel. Como são empreendimentos que, em geral, procuram atender demandas próximas aos centros de carga, em áreas periféricas ao sistema de transmissão, as PCHs têm papel cada vez mais relevante na promoção do desenvolvimento da geração distribuída no país. Segundo dados da Aneel (dezembro de 2006), um total de 63 PCHs estavam sendo construídas, com uma potência de 1.061,49 MW.

A maioria dos pequenos aproveitamentos hidrelétricos em operação localiza-se nas regiões Sul e Sudeste, nas bacias do Paraná e do Atlântico Sudeste,

próximos dos grandes centros consumidores de energia elétrica. A região Centro-Oeste, onde se encontra a maioria dos demais aproveitamentos, concentra o maior potencial nos novos projetos.

O Brasil possui um potencial inventariado de 9.800 MW em pequenos aproveitamentos hidrelétricos, sendo que cerca de 1.600 MW estavam em operação em dezembro de 2006.

Sob o ponto de vista socioambiental, a construção de pequenas centrais hidrelétricas também deve ser concebida com os mesmos cuidados que deveriam ser observados nos grandes aproveitamentos hidrelétricos. Ortiz (29) assinala que “é evidente que uma PCH pode causar menor impacto

do que uma grande central hidrelétrica, contudo, dentro das especificidades socioambientais de uma região, pode infligir impactos muito graves e irreversíveis para um bioma determinado e para as populações que nele e dele vivem”. Na história recente da geração hidrelétrica, exemplos de PCHs com grandes impactos não são poucos. A PCH Fumaça (10MW), construída no município de Diogo Vasconcelos (MG), deslocou compulsoriamente 200 famílias com o início de sua operação, em abril de 2003. Pessoas que dependiam das margens do rio para sua sobrevivência e que mantinham uma relação complexa com a natureza: meeiros, paneiros (artesãos que utilizavam a pedra sabão), faiscadores, diaristas e agricultores que até hoje enfrentam problemas de indenização. Por sua vez, o projeto da PCH Aiuruoca (16 MW), na bacia do Rio Grande (MG), prevê a formação de um reservatório de 16 ha, que estará suprimido um importante e único trecho de Mata Atlântica responsável pela conectividade das matas do Parque Estadual da Serra do Papagaio e as matas do Parque Nacional do Itatiaia. Essa usina, cuja operação será a fio d'água, irá comprometer as condições sanitárias do núcleo urbano de Aiuruoca, localizado a jusante do barramento (trecho de vazão reduzida), já que o esgoto (doméstico e hospitalar) da cidade é lançado diretamente no rio (30).

3. À GUIA DE CONCLUSÃO A ampliação da participação das energias renováveis na oferta energética mundial é desejável, mas não pode ser en-

**A
SAFRA DE CANA
DE 2009/2010
DEVERÁ TER UM
CRESCIMENTO DE
CERCA DE 45%**

tendida como uma alternativa para a completa substituição das fontes energéticas tradicionais.

Particularmente, na geração de energia elétrica, seu caráter de intermitência, não sendo disponível o tempo todo, determina a natureza de complementaridade das fontes renováveis às fontes tradicionais.

No que se refere às possibilidades de substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis, é absolutamente impossível que o etanol ou o biodiesel substituam os derivados de petróleo, dada a escala de terras agrícolas que essa substituição determinaria.

Em realidade, o principal desafio que a atual crise energética e ambiental nos impõe é o da necessária redefinição do padrão de produção e de consumo que caracteriza o mundo atual. Os países industrializados manifestam uma hipocrisia sem igual quando propõem ao mundo seu modelo de desenvolvimento, quando sabem que a extensão desses privilégios ao mundo inteiro é impossível, já que ele supõe justamente a manutenção de parte da humanidade na iniquidade.

Uma preocupação deve ser assinalada: que a oferta de energia renovável, em particular a bioenergia, se resume a uma estratégia do capital se valendo da nova onda ambiental. Quando se oferece sob o selo da sustentabilidade carros e caminhos que possam utilizar etanol ou biodiesel, não mudamos nada no modelo de desenvolvimento. Este continuará baseado sobre o modelo de transporte individual e o uso intensivo de recursos naturais. Se poupamos combustíveis fósseis, continuamos gastando energia para produzir aço e veículos. Encontramos mais uma “solução” para evitar enfrentar a questão de fundo: de um lado, a reorientação para o transporte coletivo e as ferrovias, hidrovias e navegação de cabotagem; e do outro, a imperiosa necessidade de reduzir os circuitos de produção e comercialização, extremamente energívoros e destruidores das economias locais e regionais (31).

Vale ressaltar que, mais do que o biodiesel, o carro-chefe das energias renováveis é o etanol. A produção da cana-de-açúcar passa longe da democratização da terra e da sustentabilidade. Vastas extensões de terra contíguas estão sendo subtraídas aos ecossistemas naturais; a queima da cana e o uso de agrotóxicos continuam. Mais famílias estão sendo compelidas a sair da roça.

A produção do biodiesel escapa hoje, em boa parte, do programa governamental e começa a trilhar o mesmo caminho insustentável da cana. A soja não tem uma grande eficiência energética. Seu óleo é um sub-produto e o farelo, o principal produto, utilizado para alimentação animal, o que elevou o Brasil ao posto de segundo maior produtor e exportador mundial. Mesmo assim, os produtores de soja em particular, se posicionam fortemente também como produtores potenciais de biodiesel. Se a eficiência energética do óleo de soja é baixa, a eficiência dos lobbies do agronegócio poderá suprir essa carência.

Preocupa a intenção manifestada pelo governo de orientar parte da produção de álcool etanol e de biodiesel para a exportação. A União Européia acaba de publicar seu novo plano energético, que impõe colocar na sua gasolina e no seu diesel 10% de biocombustível até 2020. Observadores estimam que a Europa não terá condição de produzir biomassa em quantidade suficiente para atender às exigências colocadas pelas novas normas, sem colocar em risco o seu abastecimento alimentar.

O Brasil está se inserindo na nova distribuição internacional do trabalho como o país que vai resolver a questão do clima e da pobreza, exportando parte do seu álcool e do seu biodiesel e vendendo sua tecnologia. O avanço da

pecuária e da soja sobre o cerrado e a floresta amazônica em particular, nos fazem imaginar o impacto que tal dinâmica teria, tanto sobre os ecossistemas quanto sobre a sua população de pequenos produtores e agroextrativistas sobreviventes.

Importa, por isso, apoiar as políticas públicas voltadas para as energias alternativas, para que não se subordinem à lógica do mercado e mantenham seu caráter público, num duplo sentido: o de criar mecanismos de redução das desigualdades, que não sejam meras medidas compensatórias, e o de ter uma visão de futuro, para além dos interesses imediatos. As energias renováveis e sustentáveis oferecem condições de responder a esses dois parâmetros da ação pública. Elas supõem uma visão descentralizada da geração e da distribuição de energia. Elas abrem a possibilidade de inovação. Vemos aqui uma rica possibilidade de desenvolvimento de tecnologia apropriada própria; a geração de empregos em número bem maior do que o fornecido no sistema atual; um efeito de sinergia a ser criado localmente entre a geração e a distribuição e empreendimentos agroindustriais e industriais locais.

Evidentemente que, por si só, esse tipo de iniciativas não resolve a situação. Mas elas têm que ser vistas como parte de um novo movimento e abordagem da crise energética. Frente à catástrofe ambiental anunciada, a humanidade está buscando se reconciliar consigo mesma e com o planeta Terra.

Célio Bermann é professor livre-docente do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, coordenador da linha de pesquisa “Energia, sociedade e meio ambiente” do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP. E-mail: cbermann@iee.usp.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E NOTAS

1. IEA-International Energy Agency. *World Energy Statistics*, 2007.
2. IEA-International Energy Agency. *World Energy Outlook*, 2004.
3. Coelho, S. T.; Goldemberg, J.; Lucon, O.; Guardabassi, P. “Brazilian sugarcane ethanol: lessons learned”. Artigo apresentado no STAP Workshop on Liquid Biofuels, Delhi, 29/agosto-02 setembro de 2005.
4. Franco, A. R. “Aspectos epidemiológicos da queima de canaviais na região de Ribeirão Preto”. Palestra proferida no Centro de Estudos Brasileiros (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP). Ribeirão Preto, 1992.
5. Neves, E.M. et al. *Minimização de custo de transportes de álcool*. Instituto de Economia Agrícola, 2004.
6. Macedo, I. C. (org): *A energia da cana-de-açúcar - doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. 2ª edição. São Paulo: Ed. UNICA, 2007.
7. Machado, C. M. M.; Abreu, F. R. “Produção de álcool combustível a partir de carboidratos”. *Revista de Política Agrícola*, v. 15, p. 64-82, 2007.
8. Oliveira, L.B.; Costa, A.O. *Biodiesel: uma experiência de desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro : IVIG/Coppe/UFRJ, 2001.
9. Knothe, G.; Dunn, R. O.; Bagby, M.O. *Biodiesel: the use of vegetable oils and their derivatives as alternative diesel fuel*. National Center for Agricultural Utilization Research, USA, Peoria (IL), 2003.
10. Frondel M.; Peters J. “Biodiesel: A new Oildorado?”. *Energy Policy*, vol. 35, pp. 1675-1684, 2006.
11. Wassel, C.S.; Dittmer, T.P. “Are subsidies for biodiesel economically efficient?”. *Energy Policy* 34, pp. 3993-4001, 2006.
12. EMBRAPA. Recuperação de áreas degradadas. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em 21/11/2006.

13. Schlesinger, S. "Mais soja para o biodiesel - O biodiesel da soja: queimando óleo e florestas, chamuscando gente". In: Ortiz, L. (coord.). *Agronegócio + Agroenergia: impactos cumulativos e tendências territoriais da expansão das monoculturas para a produção de bioenergia*. FBOMS/GTEnergia, Agosto de 2006. Disponível em: <http://www.fboms.org.br>.
14. Escada, I. S. B.; et al. "Processos de ocupação nas novas fronteiras da Amazônia: O interflúvio do Xingu/Iriri". São Paulo: *Revista de Estudos Avançados*, 19 (54), 2005.
15. De 1964 a 1984 o governo militar distribuiu terras a 77 mil famílias. De 1985 a 1994, mais de 140 mil famílias foram beneficiadas pela reforma agrária. De 1995 a 2001, o governo da época assentou 584 mil famílias em 19,7 milhões de hectares. O atual governo tem como meta o assentamento de 400 mil famílias no período do primeiro mandato.
16. Apesar de todas as críticas que o MST vem sofrendo ao longo dos anos, este movimento social tem conseguido manter a questão da reforma agrária presente nos últimos governos.
17. Sachs, I. "Brasil rural: da redescoberta à invenção". *Revista de Estudos Avançados*, 15 (43), 2001.
18. Peres, J.R.R. ; Freitas Jr., E.; Gazzoni, D.L. "Biocombustíveis uma oportunidade para o agronegócio brasileiro". *Revista de Política Agrícola*, Ano 14, nº 1. Brasília, pp. 31-41, jan./mar. 2005.
19. Sachs, I. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. *Revista de Estudos Avançados* 19 (55), 2005.
20. MME/EPE. *Balanco Energético Nacional*: 2005. Rio de Janeiro, 2006.
21. UNICA. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br>. Acesso em 15/07/2006.
22. Coelho, S.T. "Avaliação da cogeração de eletricidade a partir de bagaço-de-cana em sistemas de gaseificador/turbina a gás". Dissertação de mestrado. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo - PIPGE/ USP, 1992.
23. Coelho, S. T. "Mecanismos para implantação da cogeração de eletricidade a partir de biomassa: um modelo para o estado de São Paulo". Tese de doutorado. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP. São Paulo, 1999.
24. Walter, A.C.S. "Viabilidade e perspectivas da co-geração e geração termelétrica no setor sucroalcooleiro". Tese de doutorado. Área Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energéticos/Faculdade de Engenharia Mecânica/Unicamp. Campinas, 1994.
25. Macedo, I. C. e Nogueira H. A. L. "Avaliação do biodiesel no Brasil". Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, p. 233. Brasília, 2005.
26. Coelho, S.T.; Goldemberg, J.; Cortez, L.A.B.; Macedo, I.C. ; Moreira, J.R.; Paletta, C.E.M.; Walter, A.C.; Braunbeck, O.; Hoffmann, R.; Pretz, R. "Geração de energia a partir da biomassa (exceto resíduos do lixo e óleos vegetais)". In: Tolmasquim, M.T. (Org.). *Fontes renováveis de energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, pp. 1-90, 2003.
27. Velázquez, S.M.S.G. "A cogeração de energia no segmento de papel e celulose: a contribuição à matriz energética do Brasil". São Paulo, 2000. 190p. Dissertação de mestrado - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2000.
28. Velázquez, S.M.S.G. "Perspectivas para a geração de excedentes de energia elétrica no segmento de papel e celulose com a utilização de sistemas de gaseificação/turbina a gás". Tese de doutorado. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2006
29. Ortiz, L.S. (coord.). *Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural*. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil, p. 64, 2005.
30. Zhouri, A.L.M. Relatório final do projeto Pibic. "Participação popular em processos de licenciamento ambiental: o caso da PCH Aiu-ruoca", 2004.
31. Leroy, J.P. Prefácio do livro *As novas energias no Brasil: dilemas da inclusão social e programas de governo*. Rio de Janeiro: Ed. Fase, 2007.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Bermann, C. (Org.) *As novas energias no Brasil: Dilemas da inclusão social e programas de governo*. Rio de Janeiro: Ed. FASE, 2007.
- MME/EPE. *Balanco Energético Nacional: 2006 (Resultados preliminares)*. Rio de Janeiro, 2007.
- Ruiz, B.J.; Rodríguez, V.; Bermann, C. "Analysis and perspectives of the government programs to promote the renewable electricity generation in Brazil". *Energy Policy*, 35, p. 2989-2994, 2007.

COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E INSUSTENTABILIDADE

Joaquim Francisco de Carvalho

INTRODUÇÃO Graças às radiações solares que incidiram sobre a Terra há centenas de milhões de anos, tiveram origem e se desenvolveram desde microorganismos, como bactérias e micro-algas, até árvores gigantes e grandes animais, cada qual com seu ciclo de vida, terminando em morte e decomposição.

Há cerca de 300 milhões de anos, troncos, raízes, galhos e folhas de árvores que cresceram e morreram em regiões pantanosas, depositaram-se no fundo lodoso e ficaram encobertas. O tempo e a pressão das camadas de terra que foram se acumulando sobre esses resíduos fossilizaram-nos e os transformaram em materiais homogêneos – a turfa e o carvão.

Durante as eras de aquecimento global – que se supõe terem ocorrido há 150 e há 90 milhões de anos – certas micro-algas, principalmente das famílias das *Botryococcus* e das diatomáceas, ricas em lipídeos, além de bactérias e remanescentes de plantas que viveram e morreram sobre superfícies aquáticas, submergiam e se incorporavam aos leitos de mares e lagos, decompondo-se e gerando os componentes básicos do petróleo. E as folhas e outros resíduos de plantas terrestres iam sendo carreados para o fundo do mar pelos rios ou pela erosão, criando, sob elevadas pressões e temperaturas, condições para a formação de gás.

Assim, os combustíveis fósseis consubstanciam energia solar acumulada por fotossíntese em vegetais e em determinados organismos que deles se nutrem, ao longo de milhões de anos.

Neste artigo é descrito, de forma sintética, o processo pelo qual a humanidade evoluiu no emprego de fontes de energia cada vez mais eficientes e é mostrado que os combustíveis fósseis – em particular o petróleo e o gás natural – exerceram uma influência decisiva sobre a criação e desenvolvimento das tecnologias industriais, agrícolas e de transportes em que se baseiam os processos produtivos e, conseqüentemente, os modelos econômicos, os costumes e a própria cultura da sociedade moderna. Em seguida são apresentadas algumas informações básicas sobre o carvão, o petróleo e o gás natural. Por fim, são analisadas as perspectivas que se abrem ao emprego do gás natural no Brasil, diante das importantes descobertas na plataforma continental, recentemente anunciadas pela Petrobras.

PERSPECTIVA HISTÓRICA A linha divisória que separou as comunidades neolíticas, das primeiras civilizações humanas foi a cultura irrigada de cereais, que surgiu na Mesopotâmia, há mais de 6 mil anos, tendo como fonte de energia a força muscular dos homens primitivos complementada pelo potencial dos rios. Ainda na Mesopotâmia, começou-se a usar a tração animal e a madeira (lenha para cocção de alimentos, aquecimento de cavernas e fornos primitivos).

Embora seja a madeira um combustível potencialmente renovável, a tecnologia para aproveitá-la em larga escala – a silvicultura – permaneceu estagnada durante muitos séculos. Apesar disso, como as populações primitivas eram rarefeitas, o próprio ciclo natural assegurava a regeneração e reposição das florestas.

Depois, ao longo dos séculos, foram-se agregando outras fontes de energia, tais como os ventos (barcos à vela, pilões, moinhos), o óleo de baleia, a turfa etc. No limiar do século XVIII as florestas inglesas estavam sendo devastadas pela extração de lenha e materiais de construção (inclusive para os navios da armada) e o carvão era abundante e barato, chegando mesmo a aflorar à superfície do terreno, em determinadas regiões. Em pouco tempo, esse combustível passou à frente da madeira como fonte de energia e as jazidas mais fáceis foram-se esgotando.

A exploração teve então que descer ao subsolo, em poços e minas freqüentemente inundadas, tornando indispensável o bombeamento. Em 1712, Thomas Newcomen inventou a máquina a vapor, inicialmente empregada para acionar as bombas, nas minas de carvão. Essa máquina foi posteriormente aperfeiçoada por James Watt e passou a ser usada em fábricas, locomotivas, navios, etc. Sem ela, a Revolução Industrial não teria tomado o rumo que tomou. No século XIX, entre os anos de 1830 e 1840, o emprego da eletricidade nas comunicações (telégrafo) e na metalurgia (galvanoplastia) despertou o interesse dos empresários industriais, mas o grande impulso só veio em 1878, quando Thomas Edison colocou em condições de uso a lâmpada incandescente de filamento e Werner Siemens apresentou a primeira locomotiva elétrica.

Um pouco mais tarde, Nikola Tesla desenvolveu o motor de corrente alternada, graças ao qual a eletricidade (até então produzida preponderantemente em termelétricas a carvão) passou a ser usada nas fábricas, para o acionamento mecânico. Ao mesmo tempo, aperfeiçoava-se a turbina hidráulica, como alternativa para a turbina a vapor na geração elétrica. Apareceram então as primeiras hidroelétricas de certo porte, com linhas de transmissão que permitiam o uso da energia dos rios, nas cidades e nas fábricas.

Há registros históricos datando do quarto milênio antes de Cristo, relativos a usos de petróleo (do grego *πετρελαιον*, pelo latim *petra* = pedra + *oleum* = óleo) no Oriente Médio, onde são freqüentes as exsudações e afloramentos de hidrocarbonetos.

No início da era cristã, os árabes já o usavam em suas lâmpadas a óleo. E, por volta dos anos 1270 a 1280, no Azerbaijão, Marco Polo viu que o petróleo era produzido comercialmente. Mas foi na virada dos séculos XIX para XX que o petróleo passou a ser usado em larga escala. Começava então a “idade do petróleo”.

Embora o carvão ainda seja um dos combustíveis mais consumidos, foi o petróleo que consolidou o modelo industrial moderno, caracterizado pela produção em massa, com os setores mais dinâmicos forçando o desenvolvimento tecnológico de indústrias ligadas às suas linhas de produção.

O petróleo, abundante e barato, ofereceu as condições básicas para o vertiginoso desenvolvimento da indústria automobilística, com seus fornecedores e sub-fornecedores, e uma poderosa estrutura de distribuição e comercialização que se estende pelo mundo inteiro, em paralelo à indispensável rede de postos de combustíveis. Esse complexo industrial – que, em poucas décadas, consagrou o transporte individual e transformou o automóvel em suprema aspiração de posse das famílias – deu forma aos modernos sistemas de transporte e passou a responder por grande parte do PIB mundial.

Por dependerem diretamente de automóveis, ônibus, caminhões e outros produtos da indústria automobilística, os atuais modelos de urbanização, ocupação do território e uso dos solos constituem a própria imagem da “idade do petróleo”.

A globalização da economia também foi fruto da abundância de petróleo que – transportado por grandes petroleiros – torna-se disponível no mundo inte-

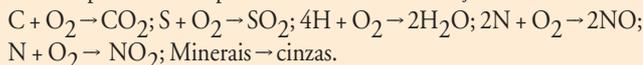
ro, permitindo a instalação de fábricas em países da Ásia, África e América Latina, onde populações que vivem no limiar da subsistência oferecem mão-de-obra por uma fração do custo da oferecida nos países ditos desenvolvidos.

A chamada “revolução verde” eclodiu graças aos fertilizantes e pesticidas de origem petroquímica e à mecanização das atividades rurais, alimentada a combustíveis derivados do petróleo. Essa revolução permitiu que a agricultura e os sistemas de transporte de cargas e conservação e comercialização de produtos agrícolas sustentassem uma explosão demográfica que, dos anos 1950 para cá, isto é, em pouco menos de 60 anos, elevou a população mundial de 2,5 bilhões para 6,5 bilhões de habitantes, sobre bases fisicamente insustentáveis em longo prazo.

A ilusão de que a tecnologia sempre daria ao homem capacidade para sustentar grandes populações em territórios pequenos calou de vez aqueles que ainda defendiam as idéias colocadas pelo economista e pastor anglicano Thomas Malthus, em seu célebre “Ensaio sobre o princípio da população” (1798), no qual escreveu que, se não fosse refreado, o crescimento da população – que obedece a uma lei exponencial – encontraria uma barreira natural na escassez de alimentos, cuja produção cresce apenas em progressão aritmética.

Em resumo, na medida em que ficavam mais problemáticas, as velhas fontes de energia iam sendo complementadas – senão substituídas – por novas fontes, mais eficientes: a força muscular foi complementada pela energia das águas e pela tração animal, que foi complementada pela energia eólica e pela lenha, que cedeu lugar ao carvão, que foi complementado pelo petróleo – ou por este substituído, na indústria, nos transportes e nos modernos sistemas agro-industriais. As novas fontes de energia induziam a criação e desenvolvimento de tecnologias industriais e agrícolas mais avançadas e, concomitantemente, as matrizes energéticas iam-se ajustando a essas fontes. Entretanto, até o presente não foram encontrados substitutos comparáveis ao petróleo e ao gás, no que diz respeito à densidade energética, à transportabilidade e a outras características, que lhes conferem as qualidades para serem usados em larga escala nos transportes, na indústria e na agricultura.

CARVÃO Dependendo de sua origem, o carvão pode conter 25% a 97% de carbono; 2% a 6% de hidrogênio; 2% a 20% de oxigênio, traços de nitrogênio e enxofre, além de diferentes minerais. A combustão do carvão é muito poluidora, implicando, entre outras, reações tais como:



Em função do teor de carbono, o carvão é classificado em quatro categorias:

1. Os lignitos (25% a 35% de carbono), que se encontram mais à superfície e são usados, principalmente, em usinas termelétricas.
2. Os carvões sub-betuminosos, com 35% a 45% de carbono. Os carvões brasileiros são, preponderantemente, sub-betuminosos e lignitos, com poder calorífico médio em torno de 3.600 kcal/kg.
3. Os carvões betuminosos, ou hulhas, com 46% a 85% de carbono e poder calorífico que pode chegar a 7.800 kcal/kg. Esses carvões constituíram a principal fonte de energia dos processos produtivos que surgiram com a Revolução Industrial e, até hoje, são os combustíveis mais empregados na geração termelétrica.
4. Os antracitos, com 86% a 97% de carbono, têm elevada dureza, porém seu poder calorífico é um pouco inferior ao dos carvões betuminosos. São empregados, principalmente, na indústria siderúrgica, em altos fornos e na produção de *pellets* de minério de ferro.

PETRÓLEO O termo petróleo designa uma grande variedade de misturas de hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos, de diversas massas moleculares. Nos petróleos pesados e betumes a proporção de hidrocarbonetos está em torno de 50% e nos leves pode chegar a 95%.

A rigor, o petróleo abrange três famílias de hidrocarbonetos:

1. Alcanos, que são hidrocarbonetos alifáticos saturados, de fórmula geral C_nH_{2n+2} , com cadeia linear ramificada ou não. Em função do número de átomos de carbono, ocorrem em estado gasoso, líquido ou sólido, cada um podendo conter, em mistura, traços dos outros dois.

Número de átomos de carbono na cadeia molecular	Estado físico em temperatura ambiente
1 a 4	Gasoso
5 a 15	Líquido
Acima de 15	Sólido

2. Hidrocarbonetos não saturados, com cadeia fechada, como os aromáticos, dos quais o mais simples é o benzeno (C_6H_6).

3. Betumes, asfaltos e graxas, que são compostos de elevada massa molecular, ricos em nitrogênio, oxigênio, enxofre, níquel, etc.

A composição do petróleo varia de campo para campo, aproximadamente, da seguinte forma:

Elemento	C	H	N	O	S	Metais
%	83 a 87	10 a 14	0,1 a 2	0,1 a 1,5	0,5 a 6	< 1000 ppm

GÁS NATURAL Sendo formado nas mesmas condições e a partir de componentes semelhantes aos do petróleo, o gás geralmente ocorre associado a este – ou nele dissolvido, quando o reservatório está sob pressão elevada. Sua composição é basicamente a seguinte:

Um pouco abaixo da temperatura ambiente, o butano e o propano conden-

Componente	Metano (CH_4)	Etano (C_2H_6)	Propano (C_3H_8)	Butano (C_4H_{10})	CO_2 ; H_2S ; N_2 , etc.
%	75% a 90%	5% a 15%	< 5%	< 5%	Traços

sam-se, formando o gás liquefeito de petróleo ou GLP (não confundir com gás natural liquefeito, em condições criogênicas).

Para os transportes terrestres, marítimos e aéreos, o gás natural não substitui inteiramente os combustíveis derivados de petróleo, porém, apresenta a vantagem de ser extraído sob sua própria pressão, e facilmente transportado em gasodutos ligando os campos de gás às instalações de estocagem, que, por sua vez, são conectadas aos consumidores, por meio de redes de distribuição subterrâneas.

Em 2005 o gás natural respondeu por 21% da energia consumida no mundo, em grande parte, como combustível para usinas termelétricas instaladas em diversos países industrializados.

O gás natural também é matéria-prima para inúmeros produtos petroquí-

micos importantes, destacando-se as matérias plásticas, alguns produtos farmacêuticos e, principalmente, os fertilizantes nitrogenados, dos quais cerca de 80% vêm do gás natural.

CONCLUSÃO Graças ao petróleo (e, mais recentemente, ao gás natural), boa parte da humanidade se desenvolveu, nos últimos 120 anos, mais do que se tinha desenvolvido desde o início da era cristã, pelo menos materialmente. Para isso, foi consumida, nesses 120 anos, energia solar acumulada por fotossíntese ao longo de centenas de milhões de anos.

Agora, os mais respeitados geólogos do mundo – com raras divergências – colocam o pico da produção mundial de petróleo e gás em torno dos próximos 15 a 20 anos, o que significa que a “idade do petróleo” está chegando ao fim. Mas, antes de cair abruptamente, o consumo deverá passar por oscilações provocadas pelas crescentes dificuldades na exploração, com o conseqüente comportamento errático da demanda.

O petróleo e o gás abundantes e baratos tiveram uma influência decisiva sobre a criação e desenvolvimento das tecnologias industriais e agrícolas em que se estejam os processos produtivos e, conseqüentemente, os modelos econômicos, os costumes e a cultura da sociedade moderna, que, em muitos países, é calçada num consumismo desenfreado.

Seria ilusório esperar que, no Brasil, onde as instituições ainda são frágeis, os processos produtivos possam ser modificados somente pela ação das forças do mercado.

Ocorre que, sem petróleo e gás, serão inúteis as modernas tecnologias agrícolas, industriais e de transportes, de modo que a produção da economia não será suficiente para sustentar os mais de 220 milhões de habitantes que o país deverá ter quando a oferta daqueles combustíveis estiver escasseando. Não é difícil prever a gravidade da revolução social que então se deflagraria. À vista disso, o princípio da precaução sugere que o governo comece desde já a estudar linhas de ação a serem adotadas pelo Estado, para que este, em sua função de disciplinador das atividades econômicas, adote medidas destinadas a modificar substancialmente a maneira como a energia é hoje consumida.

Seria inútil insistir em que tais medidas devam ser aplicadas antes que sobrevenha um colapso de abastecimento. Para identificá-las e planejá-las é necessário que se tenha alguma informação, ainda que aproximada, sobre o prazo de duração das reservas de petróleo e gás técnica e economicamente aproveitáveis. Assim, apresenta-se, a seguir, um esboço de cálculo da duração das reservas brasileiras de gás natural, baseado na hipótese de que se confirmem – e não sejam apropriadas por empresas de países mais poderosos – as novas descobertas da Petrobras, e que sua exploração seja técnica e economicamente viável. Tal esboço é apenas indicativo e toma como ponto de partida o volume das reservas efetivamente medidas até 2005, que estão indicadas na tabela abaixo, que foi extraída do Balanço Energético Nacional de 2006, ano base de 2005.

Reservas brasileiras de combustíveis fósseis, conhecidas até 2005

Fonte: EPE/MME – BEN, 2006

Combustível	Unidade	Medidas	Estimadas	Total	Em mil tEP *
Petróleo	Mil m ³	1.871.640	693.110	2.564.750	1.667.631
Gás natural	Milhões de m ³	306.395	148.059	454.454	304.250
Carvão <i>in situ</i>	Milhões de t	10.096	22.240	32.336	2.756.208**

* Calculado sobre as reservas medidas sendo tEP, tonelada equivalente de petróleo.

** Admitindo-se 70% de recuperação e poder calorífico de 3.600 kcal/kg

Para fazer o cálculo demonstraremos, em primeiro lugar, que, se o crescimento exponencial prosseguir, a quantidade de gás consumida durante um período de duplicação do consumo será igual ao total consumido em todo o tempo precedente. De fato, se o crescimento foi exponencial, a quantidade (C₁) de gás consumida até a data t₁ foi:

$$C_1 = \int_0^{t_1} A_0 e^{rt} dt = \frac{A_0}{r} e^{rt_1}, \text{ onde:}$$

r = taxa de crescimento do consumo; A₀ = consumo no ano em que se começou a usar gás e t = tempo decorrido. Se o crescimento exponencial prosseguir, a quantidade (C₂) de gás que será consumida no período de duplicação, de t₁ a t₂, será:

$$C_2 = \int_{t_1}^{t_2} A_0 e^{rt} dt = \frac{A_0}{r} (e^{rt_2} - e^{rt_1})$$

Tratando-se de um período de duplicação, temos e^{rt₂} = 2 e^{rt₁}, portanto C₂ = $\frac{A_0}{r} (2e^{rt_1} - e^{rt_1}) = \frac{A_0}{r} e^{rt_1} = C_1$, isto é, o consumo no período de duplicação será igual ao total já consumido.

Seja agora R_t o volume total das reservas de gás que existiam; C a quantidade já consumida; A₀ o consumo anual a partir do presente (t=0), e r a taxa anual de crescimento do consumo. As reservas remanescentes são, portanto:

$$R_t - C = \int_0^t A_0 e^{rt} dt = \frac{A_0}{r} (e^{rt} - e^0) = \frac{A_0}{r} (e^{rt} - 1)$$

Resolvendo para t (tempo em que as reservas remanescentes serão consumidas), obtém-se:

$$e^{rt} = \frac{(R_t - C)_r}{A_0} + 1 \Leftrightarrow t = \frac{1}{r} \ln \left[\frac{(R_t - C)_r}{A_0} + 1 \right]$$

Cabe repetir e enfatizar que o modelo de crescimento exponencial oferece apenas uma indicação teórica do prazo de duração das reservas, entre outros motivos, porque não se pode afirmar que a taxa de crescimento da produção permanecerá constante.

Essa taxa depende, entre outros fatores, do crescimento da demanda, de melhorias da produtividade e da eficiência dos sistemas e equipamentos que operam com gás, da elasticidade-preço da demanda, etc.

Segundo a Petrobras, a produção brasileira de gás natural, que em 2005 foi de 17,7 × 10⁹ m³, deverá chegar a 25,5 × 10⁹ m³ /ano, em 2012. Em outras palavras, até lá, a taxa de crescimento da produção de gás passará por valores da ordem de 6,8% ao ano.

Admitamos, ainda, que – em decorrência de aperfeiçoamentos tecnológicos

e ganhos de eficiência, bem como de programas de conservação de energia e do próprio reflexo da elasticidade preço – a taxa de crescimento da produção se estabilize, de forma que seu valor médio, a partir de 2005, fique em torno dos 4,3% ao ano, constatados entre 2004 e 2005, como indica o Balanço Energético Nacional de 2.006, ano base 2005.

Admitamos, para terminar o cálculo, que os valores do volume efetivamente medido das reservas remanescentes e do consumo anual de gás sejam aqueles apresentados no referido Balanço Energético, a saber:

$$R_t - C = 306,4 \times 10^9 \text{ m}^3, e^{A_0} = 17,7 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Neste caso, o prazo de duração do volume remanescente das reservas brasileiras de gás natural deveria ser de 13 anos:

$$t = \frac{1}{0,043} \ln \left[\frac{306,4 \times 10^9 \times 0,043}{17,7 \times 10^9} + 1 \right] = 13 \text{ anos}$$

Suponhamos, por fim, que o consumo continue a crescer exponencialmente a uma taxa de 4,3% ao ano e que as novas descobertas da Petrobras na Plataforma Continental sejam suficientes para quadruplicar o volume das reservas remanescentes. Mesmo assim, sua duração iria para apenas 32 anos:

$$t = \frac{1}{0,043} \ln \left[\frac{1,225,6 \times 10^9 \times 0,043}{17,7 \times 10^9} + 1 \right] = 32 \text{ anos}$$

Como se vê, apesar das hipóteses otimistas, o prazo parece escasso para as evidentes modificações que se fazem necessárias.

O governo já deveria ter começado a estudar seriamente o assunto.

Joaquim Francisco de Carvalho é mestre em engenharia nuclear, foi diretor industrial da empresa Nuclebrás Engenharia (Nuclen, atual Eletrownuclear) e pertence ao Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PIPGE) da USP.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Campbell, C. J. *Oil crisis*. Multi-Science Publishing, 2005.
 Kunstler, J.H. *La fin du pétrole*. Plon, 2005.
 Bourg, D. e Schlegel, J-L. *Le principe de précaution*. Seuil, 2000.
 EPE/MME. Balanço Energético Nacional 2006. Ano Base 2005.
 Dorf, R. *Energy, resources & policy*. Addison Wesley, 1978.

ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DO USO PACÍFICO DA ENERGIA NUCLEAR

Pedro Carajilescov

João Manoel Losada Moreira

INTRODUÇÃO Projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), diante do crescimento populacional mundial, apontam a necessidade de se quintuplicar o fornecimento de energia no mundo até 2050. Essa demanda maior deverá ocorrer em países emergentes como o Brasil, China, Índia e outros da América do Sul, Ásia e África. Esse cenário, associado às preocupações com as mudanças climáticas e a escalada de preços de geração de outras tecnologias, provocou o ressurgimento de usinas nucleares para geração de potência.

Atualmente, existem no mundo 443 usinas nucleares, correspondendo a 370 GW(e) de potência nominal, que representam 17% da potência mundial instalada. No mundo, desde 1980, a produção nuclear de energia elétrica saltou de 0,7 milhão para 2,6 milhões de GWh por ano. No Brasil, com a entrada em operação da usina Angra 2, em 2000, essa produção está em torno de 14 mil GWh por ano (1). Excetuando os acidentes de Three Mile Island e Chernobyl, a partir de 1990, a geração nuclear tem ocorrido de forma eficiente e segura. Com o mercado nuclear reaquecido, a European Commission, órgão da Comunidade Européia, divulgou, recentemente, o documento “The sustainable nuclear technology platform – a vision report” (2), objetivando garantir a liderança tecnológica européia nesse setor. Nos EUA, a Administração de Informações Sobre Energia (EIA), órgão do Departamento de Energia (DOE), vem promovendo a certificação ou pré-certificação de novos reatores comerciais (3) e, através do apoio e participação no Fórum Internacional da Quarta Geração (GIF), tem acompanhado o desenvolvimento de longo prazo da futura geração de reatores nucleares. No Brasil, além da decisão recente do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), referente à conclusão das obras da usina Angra 3, a retomada do programa nuclear, estagnado desde o início da década passada, deve ocorrer em futuro próximo.

A expansão do aproveitamento nuclear, tendo em vista a evolução tecnológica ocorrida nas últimas décadas, tem levado a uma reavaliação dos aspectos econômicos, tecnológicos, regulatórios e socioambientais deste setor, no Brasil e no mundo.

ASPECTOS TÉCNICOS

INÍCIO DA GERAÇÃO ELÉTRICA POR ENERGIA NUCLEAR

Após o final da Segunda Guerra Mundial, ocorreu um período de grande criatividade e ebulição no setor nuclear. Os mais diversos tipos de reatores nucleares foram concebidos, projetados e muitos foram, efetivamente, construídos, sendo que alguns operam até nossos dias. Todas as possíveis combinações de material físsil e fértil, de moderadores e de fluidos refrigerantes foram testadas, resultando em reatores que operaram sem maiores impactos ambientais e com segurança. Após algum tempo, a maioria das concepções originais foi abandonada, consolidando aquelas que permanecem até hoje por razões técnicas e econômicas.

A era de geração elétrica através da energia nuclear começou quase simultaneamente na antiga União Soviética, na Inglaterra e nos EUA. A primeira usina nuclear civil a produzir eletricidade foi a usina de Obninsk, de 5 MW(e), na União Soviética, cuja operação ocorreu em 27 de julho de 1954. Tratava-se de um reator com combustível de baixo enriquecimento, moderado a grafite e água, circulando em tubos pressurizados, como refrigerante. A segunda foi a usina de Calder Hall, do tipo GCR (*gas cooled reactor*) ou Magnox (reator com combustível de urânio natural, revestido por uma liga de magnox, moderado a grafite e refrigerado por CO₂), na Inglaterra, de 50 MW(e), cuja operação teve início em 27 de agosto de 1956, sendo considerada a primeira usina nuclear comercial do mundo. Esta usina foi descomissionada em 31 de março de 2003, após aproximadamente 47 anos de operação. Nos EUA, através do programa “Atoms for Peace”, do presidente Eisenhower, a Divisão de reatores Navais da antiga Comissão de Energia Atômica (AEC) deu início ao desenvolvimento da usina de Shippingport, uma usina do tipo PWR de 68 MW(e), que atingiu a criticalidade em 2 de dezembro de 1957, exatamente 15 anos após a criticalidade do primeiro reator nuclear, construído pela equipe de Enrico Fermi, sob o campo de futebol da Universidade de Chicago. Shippingport foi concebida com dois objetivos principais: demonstrar a produção de eletricidade e servir como um laboratório de desenvolvimento científico e tecnológico. Vinte anos após o início de operação, o núcleo do reator foi substituído e uma camada externa (*blanket*) de tório e U²³³ foi adicionada, tornando-se do tipo LWBR (reator regenerador – *breeder* – a água leve pressurizada). Essa usina continua operando até os dias de hoje. O segundo reator de potência americano foi a usina de Dresden, de 180 MW(e), financiada pela iniciativa privada e desenvolvida pela General Electric (GE), cuja operação teve início em 1960 e descomissionamento em 1978. Trata-se de um reator do tipo BWR (reator a água leve fervente). Essas usinas apresentadas se constituem naquilo que se convencionou chamar de “Geração I” dos reatores nucleares.

EVOLUÇÃO

Os protótipos acima, de baixa potência nominal, serviram de inspiração para as usinas comerciais projetadas a partir de meados da década de 1960 até o início da década de 1980, hoje consideradas como Geração II e que continuam em operação até nossos dias. As usinas da Geração II são, usualmente, de grande porte, isto é, potência nominal acima de 1000 MW(e), dotadas de diversos e redundantes sistemas de segurança e com desempenho operacional excepcional. Entre elas, se encontram os reatores PWR, desenvolvidos pela Westinghouse, Combustion Engineering, Babcock & Wilcox e Framatome, os reatores BWR da General Electric e os reatores da linha Candu (contração de Canadian Deuterium – reatores a água pesada e baixos enriquecimentos de urânio), desenvolvidos pelo Canadá. Os PWRs representam mais da metade dos reatores em operação no mundo. A partir dos acidentes de Three Mile Islands e Chernobyl, preocupações com as liberações radioativas deram origem ao desenvolvimento de usinas dotadas de sistemas passivos de segurança, que independem da ação do operador, além de simplificações do projeto, objetivando menores custos de capital e tempos mais curtos de construção. Essas considerações resultaram nos reatores da Geração III. A Westinghouse apresentou, inicialmente, a concepção do reator AP600 e, em seguida, o AP1000. Trata-se de reatores derivados do PWR anterior, dotado de inovativos sistemas passivos de segurança e com grandes simplificações de projeto, reduzindo, consideravel-

mente, o tempo e o custo da construção. Embora sejam reatores certificados pela Comissão Reguladora Nuclear (NRC) dos EUA, até o momento, nenhum reator desse tipo foi construído. Na linha dos PWRs, a empresa Areva NP – resultante da fusão da Framatome (FR) e da divisão nuclear da Siemens alemã – apresentou o EPR (Evolutionary PWR), no qual os sistemas e componentes foram simplificados, com enorme ênfase em segurança. Uma usina dessa natureza se encontra em construção na Finlândia, devendo operar em 2010. Os reatores do tipo BWR, usualmente associados à GE, deram origem aos reatores ABWR (Advanced BWR) e ESBWR (Economic Simplified BWR). São reatores similares, nos quais as usuais bombas de recirculação do refrigerante dos projetos tradicionais foram substituídas por circulação natural. O ESBWR representa uma evolução dos modelos iniciais do ABWR e com potência nominal superior. No momento, existem 4 reatores ABWR, construídos pelo consórcio Toshiba & Hitachi, operando no Japão e outros em planejamento. Ainda, 2 ABWRs encontram-se em construção em Taiwan. Quanto ao ESBWR, embora diversas companhias de eletricidade americanas tenham demonstrado interesse na sua construção, o projeto ainda se encontra em fase de certificação pela NRC.

A partir de 2000, teve início a discussão quanto aos reatores do futuro ou reatores da Geração IV, considerando-se que os próximos reatores devem ser licenciados, construídos e operados, produzindo energia a preços competitivos (4). As novas concepções devem, ainda, considerar o uso ótimo dos recursos naturais, a segurança nuclear, a administração dos rejeitos radioativos, assim como as preocupações públicas quanto ao uso da energia nuclear. Em janeiro de 2000, o Departamento de Energia dos EUA, através do Office of Nuclear Energy, Science and Technology, reuniu um grupo de altos representantes de nove países, entre os quais o Brasil, para discutir a questão dos futuros reatores. Esse grupo deu origem ao Fórum Internacional da Quarta Geração, mediante acordo firmado em julho de 2001, com o objetivo de identificar as concepções de reatores que atendam os requisitos descritos acima, mapear áreas de interesses comuns, estabelecer colaborações e trocas de informações.

Em dezembro de 2002, o DOE publicou um relatório (5) selecionando seis reatores avançados a serem desenvolvidos até 2030. O relatório reconhece que os países participantes possuem interesses diversos, quanto à finalidade do reator, seja para a produção de eletricidade, hidrogênio, administração de actínidos ou para utilização em pequenas malhas de eletricidade. Dos reatores selecionados, com potência variando entre 150 e 1500 MW(e), três reatores são reatores rápidos (operam com nêutrons de altas energias), dois reatores são térmicos (nêutrons termalizados) e um, intermediário. Todos consideram a utilização de ciclo de combustível fechado, isto é, com o combustível irradiado sendo reprocessado para separação de seus componentes, e todos operam a temperaturas acima das temperaturas dos reatores atuais.

ASPECTOS ECONÔMICOS O custo de produção de energia, seja qual for a tecnologia envolvida, pode ser dividido em 3 componentes principais: custo de capital, custo de operação e manutenção e custo de combustível. O quadro 1 apresenta, de forma qualitativa, o custo de capital e de combustível relativo a diferentes fontes. Usinas nucleares e hidrelétricas exigem grandes investimentos em obras de engenharia civil e montagem eletromecânica complexas, resultando em custos de capital elevados. Nas usinas térmicas convencionais, a montagem eletromecânica é predominante por não exigirem obras complexas de engenharia civil.

Quadro 1 – Comparação de custos de geração de eletricidade.

Tipo de usina	Custo de capital	Custo de combustível
Nuclear	Alto	Baixo (10 a 15 %)
Hidrelétrica	Alto	-
Termoelétrica convencional (gás natural, carvão, etc)	Baixo	Alto (~ 60 %)

Observa-se que as usinas nucleares se caracterizaram pelos baixos custos de combustível comparado com outras usinas a combustíveis fósseis. Tipicamente, esses custos representam em torno de 10 a 15% do custo unitário de geração. Além disso, no Brasil, a existência de extensas reservas de urânio e a capacidade de fabricação de combustível garantem baixos custos e estabilidade de preço.

O quadro 1 mostra, também, que a estrutura de custo das usinas nucleares é mais semelhante com as usinas hidrelétricas do que com as usinas termelétricas convencionais. Esse fato explica porque, nas usinas nucleares instaladas no mundo, o fator de capacidade supera os 90%, isto é, elas operam na base do consumo, praticamente à potência nominal, durante mais de 90% do tempo, apenas sendo desligadas para as operações periódicas de recarga e manutenção. Os esforços de desenvolvimento dos reatores da Geração III se encontram focados na redução do custo de capital, procurando tornar os reatores nucleares mais econômicos e rápidos de serem instalados, sem descuido dos aspectos de segurança, e, por conseguinte, mais competitivos com as usinas térmicas convencionais. Por exemplo, Matzie (6) afirma que o custo de investimento do reator AP1000 poderá ficar entre 1000 a 1200 US\$/kW(e), custo este equivalente às térmicas convencionais.

IMPACTOS DE DIVERSAS FONTES DE ENERGIA Atualmente, preocupações com as questões ambientais permeiam todas as atividades humanas, refletidas na ampla legislação de proteção do meio ambiente existente no Brasil. O impacto ambiental e os rejeitos radioativos das usinas nucleares são questões de interesse público. Em relatório recente da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), são indicadas as principais ações a serem adotadas para aprimorar o gerenciamento de rejeitos radioativos no país (4). O quadro 2 apresenta, qualitativamente, os impactos socioambientais das principais fontes de energia.

As hidrelétricas não emitem resíduos poluidores, mas requerem a construção de grandes represas e, em muitos casos, a realocação de populações ribeirinhas. As áreas ocupadas, normalmente, causam impactos na fauna, flora e clima local e regional. Os reservatórios das hidrelétricas também emitem gás metano que contribui para o aquecimento global, e provocam a destruição de áreas de subsistência, tais como terras aráveis, pastos e florestas. Assim, pode-se considerar como um indicador de impacto ambiental de uma fonte energética é a área que ela requer para produzir a energia. Pode-se fazer uma comparação entre as áreas imobilizadas que diversas fontes de energia requerem para produzir a mesma quantidade de energia por unidade de tempo (1000 MW de potência). As fontes hidrelétrica, eólica e solar exigem grandes áreas para a produção de energia, 85 a 4200 km², 50 a 150 km² e 20 a 50 km², respectivamente. Usinas termelétricas baseadas em biomassa exigiriam 4000 a 6000 km² de área plantada para gerar a mesma

Quadro 2 – Impactos socioambientais das principais fontes de energia.

Fonte : Referências (7, 8 e 9).

Fonte	Impactos ambientais
Petróleo Carvão Gás natural	Poluição do ar Emissão de óxidos de enxofre (SOx, SO ₂) Emissão de óxidos de nitrogênio (NOx) Emissão de monóxido de carbono (CO) Emissão de matéria particulada suspensa (metais pesados) Ozônio Aquecimento global via efeito estufa Emissão de dióxido de carbono (CO ₂), emissão de metano (CH ₄) Chuva ácida Emissão de SO ₂ formando ácido sulfúrico na atmosfera Emissão de NOx formando ácido nítrico na atmosfera
Hidrelétrica	Formação de grandes represas Realocação das populações Aquecimento global via efeito estufa Emissão de CH ₄
Biomassa	Poluição do ar Emissão de CO Emissão de matéria particulada Emissão de CO ₂ Uso intensivo do solo e da água Diminuição da biodiversidade
Nuclear	Rejeitos de nível baixo e médio de radioatividade Rejeitos de nível alto de radioatividade que requerem armazenamento por milhares de anos Desativação das instalações nucleares após término da vida útil

potência. Por outro lado, usinas termelétricas fósseis (carvão, gás ou petróleo) e nucleares produzem energia a partir de fontes mais concentradas e exigem áreas muito menores, de 1 a 4 km², acrescidas das áreas de mineração e beneficiamento dos minérios combustíveis (7 e 10).

Os impactos sócio-ambientais das usinas nucleares são locais. Os rejeitos radioativos produzidos são acondicionados em tambores e depositados no sítio da usina. Os rejeitos radioativos de alta atividade são encaminhados para instalações especiais onde devem ficar estocados por centenas de anos. As preocupações em relação a esses rejeitos são, pois, de ordem temporal.

REJEITOS RADIOATIVOS Uma planta nuclear de 1000 MW gera, ao final de um ano, 30 toneladas de combustíveis nucleares irradiados, 350 toneladas de rejeitos radioativos de nível intermediário de radiação e 450 toneladas de rejeitos radioativos de baixo nível de radiação, mas não emite gases perigosos ou outros materiais poluidores. Os rejeitos radioativos de níveis baixo e intermediário têm tratamento e gerenciamento de baixo custo, pequena complexidade e pouca sofisticação tecnológica. Eles são compactados para diminuir o volume e armazenados em recipientes estanques. Esses números, embora elevados, representam apenas alguns milésimos da produção e liberação de rejeitos no planeta pelos vários setores industriais. A título de comparação, as atividades industriais nos Estados Unidos pro-

duzem, aproximadamente, 50 milhões de metros cúbicos de resíduos sólidos por ano. Para produzir 1000 MW de eletricidade, as usinas a carvão, petróleo e gás natural produzem cerca de 500 mil, 280 mil e 200 mil toneladas de resíduos sólidos, líquidos e gasosos por ano.

Os combustíveis nucleares irradiados são armazenados, inicialmente, na própria usina até que o calor residual decaia. Posteriormente, duas alternativas são possíveis: armazenamento final ou reciclagem. Na primeira opção, o combustível é confinado de forma apropriada para ser armazenado em depósitos subterrâneos por centenas de anos. No segundo caso, o combustível é reprocessado para a separação e reaproveitamento do urânio e plutônio presentes. Essa operação produz um resíduo líquido de alta atividade. Para uma usina de 1000 MW com reciclagem de combustível, o volume de resíduos de alta atividade produzido é de cerca de 10 m³ por ano, o qual pode ser vitrificado para se tornar sólido e ser armazenado por milhares de anos em formações geológicas subterrâneas apropriadas.

Existem depósitos finais licenciados para resíduos radioativos de baixa e média atividade e, para depósitos de alta atividade, existem várias propostas em estudo em vários países. As razões para a demora em relação aos depósitos de alta atividade são: a) a necessidade de se esperar de 2 a 4 décadas para o resfriamento dos elementos combustíveis irradiados, antes de serem encaminhados para a deposição final; b) a possibilidade de reciclagem dos combustíveis irradiados; c) a existência de diferentes alternativas para a deposição final dos resíduos radioativos e d) a existência de alternativas de ciclo do combustível, com reatores rápidos e reatores incineradores de resíduos, que podem promover a redução do tempo necessário de deposição final dos resíduos de alta atividade para cerca de 500 anos.

A título de comparação, o quadro 3 apresenta os tempos médios de degradação para o estado natural de alguns materiais presentes nos resíduos industriais e energéticos.

Vemos que o nylon, presente no nosso dia-a-dia requer de 30 a 40 anos para voltar ao estado natural e o CO₂ emitido para a atmosfera requer cerca de 50 a 200 anos para ser reabsorvido pelas plantas ou no oceano. Outros materiais, como sacos plásticos, pilhas e baterias e latas de alumínio, requerem de 100 a 500 anos para degradar até o estado natural, enquanto garrafas de vidro requerem um tempo ainda indeterminado. Alguns desses materiais são tóxicos ou causam importantes danos ao meio ambiente, como a emissão de CO₂. Para os resíduos apresentados no quadro 3, adotam-se duas alternativas para

Quadro 3 – Tempos de degradação por processos naturais no ambiente.

Fonte: Referências (7, 11 e 12).

Composto	Tempo para degradação
Nylon	30 a 40 anos
Co2 emitido pela combustão de combustíveis fósseis e biomassa	50 a 200 anos
Resíduos radioativos de baixa, média e alta atividade (incinerados)	20 a 500 anos
Latas de alumínio	100 a 500 anos
Tampas de garrafa	100 a 500 anos
Pilhas, baterias e metais pesados	100 a 500 anos
Copos e sacos plásticos	200 a 450 anos
Garrafas e frascos de vidro ou plástico	Indeterminado

a disposição dos rejeitos: a dispersão no meio ambiente (altamente difundida) e o confinamento (10). Os resíduos radioativos estão no grupo dos que são confinados para a disposição final.

CONCLUSÕES O presente trabalho descreve o estágio atual de evolução da geração elétrica através de usinas nucleares, sob diversos pontos de vista, sejam eles econômico, socioambiental, de segurança, etc, comparando, quando possível, com outras formas de geração.

Pode-se observar que esse setor vem procurando, ao longo das últimas décadas, agir de forma responsável com relação à proteção do meio ambiente e à segurança das populações próximas de suas instalações. Além disso, existe uma clara preocupação ética do setor, evitando comprometer as condições de vida das gerações futuras, procurando soluções satisfatórias para o gerenciamento dos resíduos radioativos de longa vida média.

Certamente, a energia nuclear se constitui, hoje, em alternativa viável e segura para o atendimento do crescimento da demanda energética no mundo, com reduzido impacto ambiental.

Pedro Carajilescov é PhD em engenharia nuclear pelo MIT, professor titular e diretor do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do ABC (UFABC) e membro titular da Academia Nacional de Engenharia. João Manoel Losada Moreira é PhD em engenharia nuclear pela University of Michigan, professor titular e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Energia da UFABC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Energy Information Administration (EIA). *International energy outlook*, 2005.

Euratom. "The sustainable nuclear technology platform - a vision report". European Commission, Report EUR22842, 2007.

DOE. *New reactor designs*. Energy Information Administration, USA, 2006.

DOE. *A technology roadmap for Generation-IV nuclear energy systems*. GIF-002-00, U.S. DOE Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum, 2002.

Matzie, R.A. *The AP1000 reactor - Nuclear renaissance option*. Tulane Engineering Forum, USA, 2003.

Comissão Nacional de Energia Nuclear. "National report of Brazil for the joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management", 2006.

Goldemberg, J. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. Editora USP, São Paulo, SP, 2001.

Belico dos Reis, L. e Silveira, S., *Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável*. Editora USP, São Paulo, SP, 2000.

Udaeta, M. E. M.; Grimoni, J. A. B.; Galvão, L. C. R. *Iniciação a conceitos de sistemas energéticos para o desenvolvimento limpo*. Editora USP, São Paulo, SP, 2004.

Agência Internacional de Energia Atômica. "Nuclear power and sustainable development". International Atomic Energy Agency, AIEA, Vienna, 2006

Condé, H. "Introduction to ADS for waste incineration and energy production". In: *The Impact of nuclear science on life science*, 2001. Disponível em: <http://www.nupec.org/iai2001/report/A2.pdf>.

BIO. "Sem consciência e direito à cidadania". *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*, Ano IX, N.08, Outubro/Dezembro, 1998.

BIOCOMBUSTÍVEIS, UMA POLÊMICA DO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO

Marcelo Micke Doti
Sinclair Mallet Guy Guerra

UM TEMA, UMA POLÊMICA DE CLASSE Os biocombustíveis, em especial o biodiesel, são políticas públicas já postas à sociedade. Dir-se-ia implantadas. Mais que isso: ligadas diretamente à Presidência da República. Logo, não se trata de qualquer política, mas projeto de governo. A seriedade disso é mais que clara. Muitas políticas públicas são implantadas. Decretos, legislações, portarias, etc. Tudo isso é o cotidiano e a forma de lidar de maneira oficial com sociedades complexas como é a sociedade capitalista, industrial e urbana, caso da brasileira. Dessa maneira, o cotidiano de um Estado passa por todos esses instrumentos legais como sua maneira própria de existir, sua razão de ser. Porém, no emaranhado de todo esse verdadeiro “império legal” algumas questões deixam de ser apenas o cotidiano. Tornam-se políticas públicas que, mais que a razão de ser do Estado em seu fazer diário, assumem um novo patamar.

A definição de um projeto político é ampla e complexa. Não deixa de ser, entretanto, importante pelo fato de demonstrar as orientações de determinado grupo ou elite política em posse das atribuições de Estado. É o governo que irá implantar seu *modus operandi* social, econômico e ideológico. A reprodução social dentro de determinada maneira de produzir a materialidade econômica estará assim sendo estimulada e ampliada ou destruída e retardada pelas ações governamentais de posse dos instrumentos e atribuições legais que o Estado lhe garante. O rumo que essas iniciativas tomam configura um projeto político. Porém, qualquer sociedade é formada por classes sociais. O Estado é parte dessa sociedade e da estrutura de classes presente. Logo, quase como um silogismo, é impossível um projeto político sem conteúdo de classe. Pelo fato dos biocombustíveis – e o caso específico do biodiesel – serem assumidos diretamente pela Presidência da República, através de sua Casa Civil, pode-se considerar parte do projeto político. Não é o projeto em si. É manifestação. Revela o conteúdo mais profundo. É a aparência que todo cientista deve investigar para desvelar sua essência. Sem isso não se entende a sociedade na qual se vive e seus rumos. Rumos sempre de classe. É o que se pretende esboçar abaixo para depois obter a confirmação a partir dos dados oficiais. Percebe-se, então, que é necessária uma perspectiva mais ampla.

OS INTERESSES NO BIOCMBUSTÍVEL Antes de se desenvolver comentários sobre os biocombustíveis, os rumos oficiais que direcionam o projeto de diversificação da matriz energética (1), é preciso uma análise sobre interesses. Como referido acima, somente uma análise que constata os interesses de classe envolvidos em um governo enquanto detentor dos meios legais de se fazer social – ter os instrumentos de Estado – é que pode esclarecer os móveis da ação social. Inexiste ação social, presença de fatos na sociedade – em especial, é claro, quando se trata de uma máquina administrativa como a do Estado, com destaque para o brasi-

leiro e sua atuação econômica sempre presente – sem que uma determinação seja seu móvel. Toda ação social tem uma determinação (2) como seu fator de movimentação. Esta sempre será de classe. Por este motivo é que se deve proceder ao que existe de móvel classista no projeto político do governo atual. A partir dessa amplitude analítica é que se poderá entender de forma precisa, determinada, o que existe atuando como móvel do projeto de governo e sua relação com o biodiesel – e genericamente os biocombustíveis.

A DETERMINAÇÃO DE CLASSE Para estabelecer com precisão o envolvimento de classes existente no projeto político que emana do atual governo e como os biocombustíveis estão presentes naquele, basta que se atente para a realidade em suas determinações mais factuais. Seria possível falar em determinações primárias, aquelas mais próximas do dia-a-dia dos fatos.

Neste caso é interessante lembrar uma ilustrativa passagem de René Dreiffuss em seu livro *O jogo da direita*. Ali ele fala das possibilidades de desvelar atos e projetos políticos através da leitura atenta dos jornais. Claro que para isso torna-se necessária uma concepção de totalidade amplamente determinada e estruturada dos elos e cadeias dos eventos. Um fato se junta ao outro e pode constituir essa totalidade.

Seria realmente indispensável recolher documentos sigilosos, ouvir fontes exclusivas, manter encontros discretos e pesquisa em arquivos reservados, para desvendar o acontecer político?

(...)

Na verdade, nenhum de nós se sentia atraído pelo que logo foi batizado de “mito do baú”. Naquela época, uma direita remoçada emergia com a Nova República, com um modelo recém-testado de fazer política. Seus líderes haviam trocado os bastidores pelo centro do palco, alguns até com estrelas do jogo político. De membros discretos de institutos (...) capazes de atuar na penumbra (...) os homens da indústria haviam se transformado em protagonistas da disputa (...) E ao leitor comum, antes desavisado, agora cabia apenas um tanto de persistência e observação. Era só aprender a ler o jornal, cruzar as informações e desenrolar o novelo. Lá estava a trajetória completa da elite brasileira, em sua nova briga pela direção da empresa no Brasil.

Já não se via muito segredo. E eu, de certa forma, andava reagindo à idéia de que, atrás da informação e da análise, sempre haveria uma fonte oculta e um detalhe não revelado. O mundo acadêmico, em sua grande maioria, sempre pesquisara em segunda mão, aproveitando o trabalho de campo dos jornalistas – tanto dos que assinam suas matérias, quanto dos anônimos repórteres e redatores. São eles os verdadeiros analistas do dia-a-dia, que fuçam, questionam e servem, de bandeja – como verdadeiros assistentes de pesquisa – a matéria-prima aos pensadores de gabinete.

Nada demais. O problema, no caso, era levar o leitor comum ao hábito de também ele juntar as notas, analisar e refletir. Afinal de contas, já não vivíamos sob o tacho da censura. A imprensa chamada “burguesa” – diversificada e competitiva – fornecia uma larga colcha de notícias, suficientemente conflitivas para aguçar a nossa capacidade de tirar conclusões (3).

A passagem é ilustrativa sobre o fato de que é possível entender as determinações do real, aquilo que o movimenta, as determinações de classe sem recor-

rer ao “mito do baú” (4). Não são necessárias as fontes secretas. Boa leitura e posteriormente o entrosamento certo dos fatos podem nos revelar os supostos enigmas dos projetos políticos. Para o entrosamento dos fatos ou sua articulação não é possível o mero fluir pela imersão simples irracional na realidade das notícias. Isso seria apenas deixar-se levar pela realidade e não “arrancar-lhe” a raiz para desvendar as estruturas sociais. Cabe aqui lembrar que:

É, sem dúvida, necessário distinguir o método de exposição formalmente, do método de pesquisa. A pesquisa tem de captar detalhadamente a matéria, analisar as suas várias formas de evolução e rastrear sua conexão íntima. Só depois de concluído esse trabalho é que se pode expor adequadamente o movimento real. Caso se consiga isso, e espelhada idealmente agora a vida da matéria, talvez possa parecer que se esteja tratando de uma construção a priori (5).

Os detalhes são passíveis de serem captados, em nosso caso, nas notícias, nos eventos, nas falas e discursos políticos, em atos simbólicos ou falas simbólicas (o Brasil como a “Arábia Saudita verde do futuro”). Somente a articulação de tudo isso é que constituirá a totalidade. Trata-se, claro, de uma totalidade pensada, elevada à consciência pelo raciocínio. É o concreto pensado, mas que procura seguir de perto o fluxo do real. Neste caso, o maior presente para um cientista das humanidades seria tentar desvelar eventos futuros. Assim é que a análise dos biocombustíveis deve ser – assim julgam os autores – algo além da análise pontual, factível apenas. Esta se revela apenas dentro da totalidade e o projeto político, social e econômico que traz o atual governo. E não se trata de mero projeto, mas sim uma concepção de nação e desenvolvimento, que é o mais significativo.

Assim, qual seria o enigma do governo atual? Para muitos de nós, criaturas simples, esperançosas, sempre ávidas de um projeto que seja o nacionalismo das forças populares, não o nacionalismo próprio ao mundo burguês, o governo atual poderia ser um enigma. Talvez nem tanto. A verdade é que se sabia para onde ia. A verdade, já em 2002, não nos enganava. As esperanças, no entanto sempre foram dos traços mais fortes de nós brasileiros. Mesmo como intelectuais e assumindo uma visão que seja ou que se queira mais singularizada, mais matizada da realidade, nada nos afasta de esperanças. Du-ro golpe dado? Não. Apenas engano de uma avaliação muito mal feita.

O trecho abaixo põe às claras uma comparação entre os projetos governamentais do atual governo e do que o antecedeu:

O debate dos projetos está rebaixado a tal ponto que o “enfrentamento” entre o governo Lula e seus críticos tucanos se restringe apenas a discutir quem é o melhor gerente. O governo petista garantiu um preço nos pedágios mais barato – negociou valores de até R\$ 0,02 centavos por quilômetro para as rodovias (6).

Exatamente. É isso e sempre foi. Um artigo como o acima, falando da privatização das rodovias, põe em evidência o projeto político atual. O ponto analítico é aqui simples. Não são necessárias análises profundas de bastidores políticos, como referidos na concepção metodológica de Dreifuss. Os atos feitos e praticados, decisões tomadas, política econômica, revelam a ideologia e, por meio desta, a visão de sociedade e do que se pode esperar quanto ao desenvolvimento econômico. E sem dúvida, o principal: que tipo ou qual desenvolvimento econômico.

Ainda sobre isso, para se esclarecer com toda força da propriedade dos atos econômicos reveladores das posturas socioeconômicas mais um trecho do mesmo artigo pode ser não simplesmente esclarecedor, mas pedagógico:

É verdade que o governo Lula preconiza um Estado forte. Mas a pergunta é: um Estado forte para quem? A privatização das rodovias e o investimento financiado pelo banco público repetem a lógica das Parcerias Público Privada (PPPs), defendidas tanto pelo PT como pelo PSDB. O Estado se colocando como um financiador e garantidor dos negócios privados. Um eficiente gestor dos projetos capitalistas (7).

Claro como qualquer cristal. O Estado como gestor do capitalismo, fomentador da economia e seu organizador. Discurso popular (não *populista*) que procura falar àqueles que virão a ser os novos universitários, serão os novos consumidores, enfim àqueles que também têm o direito de “comer macarrão com frango no domingo” (8). Uma sociedade de consumidores felizes.

Entre o discurso e a realidade o que se vê é algo muito diferente. Um discurso sincero sim que procura o capitalismo organizado. Pôr ordem na irracionalidade do capital elevando o padrão de vida da sociedade dentro do capital. O problema é esse, entretanto, ou seja, a contradição. Tentar controlar um capitalismo que é formado pelo monopólio e ao mesmo tempo distribuir renda. Todas são políticas econômicas e sociais que não avançam um milímetro em propostas que tenham o controle social do capital. Pode ser do Estado o controle. Mas o Estado está profundamente articulado aos monopólios. Envernizam o privatismo (9) neoconservador com políticas sociais amplas (em número), pouco efetivas (ou nada) no que se refere a formas de desenvolvimento socioeconômico de controle dos meios de produção ou, dentro da lógica destrutiva do capital, com políticas de desenvolvimento que ao menos se sustentem socialmente, reproduzam as condições de vida alcançadas. Neste ponto é que se deve perceber uma lógica que age em direção a uma sociedade de valores e cultura de classe média, mas cujas medidas econômicas reproduzem o grande capital. Por meio desse simples ato de ceder à privatização (10) temos também a clareza da política econômica e o desenvolvimento interno da luta de classes. A tomada de decisão do Estado com suas políticas públicas deixa claro quem ele privilegia dentro da estrutura de classes. Isso produz efeitos na reprodução social, pois econômica, das classes. Com atos desse nível somados a tantos outros (11) vê-se a postura de classe do Estado, seu papel de agente reprodutor dos interesses do capital monopolista, internacional e associado. Ainda que existam atritos entre o Estado e este mesmo capital por conta de questões como tributação e a taxa de juros (12) e outras questões de detalhes, os últimos governos, de posse dos meios e instrumentos de poder, reproduzem as condições econômicas de determinado interesse de classe. Isso o põe, então, dentro de perfil muito bem delineado também de classe.

A MEDIAÇÃO DO ESTADO Apenas como interesse metodológico, teórico e histórico, mas instigante, a leitura do livro de Perissinotto sobre o capital cafeeiro e o Estado coloca esta questão: não existe *reflexo direto* do poder econômico de classe sobre o Estado (13). Mediações são necessárias e o Estado se apresenta assim de acordo com suas posturas próprias dentro de sua forma específica de reprodução de poder político. No caso do governo atual o que se pretende é impingir seu modo de reprodução da economia, regular o irracional. Não deixar que a total e esquizofrênica forma

específica de destruição voraz do capital monopolista se assenhoreie de todos os nichos da economia. Processo bastante diferente do projeto liberal neoconservador; a infernal farra de importações com câmbio supervalorizado e com a “privataria” correndo solta. A função deste governo e seu açambarcamento do Estado foi colocar ordem no caos irracional. Manter, no entanto, na mesma ordem a reprodução do capital monopolista. Com políticas sociais produtoras de parcas esmolas e dentro da distribuição de renda como discurso. Por sinal distribuição péssima.

Sendo assim, uma das formas de definir conceitualmente as classes como forma pela qual os poderes públicos interferem e contribuem para a reprodução de determinada estrutura social, neste caso o governo atual tem seu projeto assentado sobre a reprodução do capital monopolista. O ponto teórico aqui interessante é que a definição de classe só ocorre através de interpretações dos eventos históricos. O conhecimento e o conceito chegam atrasados. Captam a existência das classes como organização e determinação dos fatos a serem articulados mentalmente. A sociedade é em sua aparência o caos cotidiano. As classes sociais são determinações econômicas, mas que só se tornam claras através de muitas outras determinações: sindicatos patronais ou de trabalhadores, associações de classe, ideologia, revistas, intelectuais orgânicos que estimulam a classe a pensar sobre si e chegar ao seu para si, etc. A forma como o Estado atua é outra forma de definir a classe hegemônica e seu poder. Sua maneira de atuar reflete, com mediações as mais complexas, o jogo entre classes e elites políticas, mas não deixa de se revelar em sua específica forma classista. Por este motivo é que os atos de Estado na forma de políticas – como as políticas econômica, energética, de transportes, etc. – definem quem “hegemoniza” o mesmo e delinea também a compreensão das classes que se reproduzem com suas medidas econômicas e administrativas. Trata-se de uma ação histórica com o lado econômico e social, práxis imediata, na forma da reprodução da classe e ao mesmo tempo cognição, compreensão intelectual e delineamento dos interesses e classes hegemônicas.

O “comer frango com macarrão” pode configurar um sonho “mediano” de classe. É o sonho de uma sociedade de consumidores satisfeitos em sua existência privada e privatista, beneficiando-se dos poucos recursos econômicos disponíveis, dos parques excedentes gerados e a elas – classes famintas de eletrodomésticos – distribuídos. Mas isto não configura a posse do poder e da condução do poder estatal por essas classes. A reprodução econômica e social não leva essas classes à prioridade na condução do Estado. Em outros termos, essas classes teriam poder de condução política e econômica na medida em que tivessem a hegemonia das políticas públicas, das políticas econômicas como forma de demonstrar os interesses aos quais o Estado atende como anteriormente definido. O que se tem são formas pelas quais o Estado assumiu a postura de instância privilegiada de “comandante” da reprodução do capital monopolista internacional e associado à alta burguesia do Brasil (jamais nacional ou brasileira). Ao longo do período conduziu-se a políticas econômicas sempre beneficiando o Estado. A pequena burguesia apenas seguiu seu caminho atrelado aos mesmos interesses *subordinados*. Fique bem esclarecido este ponto. Desde que os interesses das classes médias e pequena burguesia não desafiassem ou entrassem em contradição com o monopólio econômico do domínio do grande capital, e seus interesses próprios capitaneados

pelo Estado, é que se poderia falar em seus interesses atendidos. Por isso *subordinados*. O crescimento da economia, o desenvolvimento econômico produziu concentração e centralização de capitais. Estes tinham que inevitavelmente produzir classes de gerenciadores, trabalhadores mais qualificados e também pequenos burgueses em uma sociedade mais complexa. Estas, então, ficavam com alguns poucos louros do crescimento. A massa trabalhadora tinha emprego. Às vezes tinha serviço. Algumas vezes comida. Nunca autonomia e recursos. O crescimento do crime organizado está aqui e sua importância como forma de diluir reivindicações, dispersar ideologias também. Bom para os poderes públicos. Para a reprodução do grande capital também. Para as classes médias e a pequena burguesia um horror.

Por todos estes argumentos é que se pode definir o projeto político atual como tentativa de ordem no capital monopolista irracional, com controles definidos e mais bem delineados das privatizações, com ordem econômica do crescimento, centralizando riquezas, adotando os lucros dos monopólios. Doura-se a pílula com bosques sociais e com figuras populares e carismáticas. Isso é o que confere a todas as questões acima um “enigma”. Basta verificar o crescimento econômico dos últimos anos e a projeção para este. Um projeto de ordenação do capitalismo, mas resvalando alguns vinténs para as classes médias, algumas

oportunidades de negócios para a pequena burguesia, periféricamente esmolas sociais e do resto o capitão Nascimento (14) deve cuidar.

Foi proposta uma hipótese. É possível observar por artigos dos jornais, na enorme galáxia de informações que nos é disposta, os delineamentos específicos que configuram e dão forma à referida reprodução de interesses monopólicos. Entre eles os setores de produção de energia (15). Como também referido, isso só é possível através da análise de uma totalidade estruturada. Assim é possível mais uma evidência do sonho de consumo através da seguinte inserção: “consumo das famílias puxa resultado” (16). No entanto, o lucro de várias atividades, principalmente do setor financeiro, dos bancos sobe (17). Assim ocorre que os parques programas sociais formam uma camada assistida e destrói ações de movimentos sociais como o dos trabalhadores rurais sem-terra (MST) (18). Na avaliação da comissão interministerial sobre o biodiesel, em linha alguma das quinze páginas se fala de reforma agrária. Mas os programas sociais cumprem seu papel de desarticular um dos poucos movimentos sociais de crescimento no Brasil. Como bem avalia um dos integrantes da reportagem citada, um agricultor de 54 anos: “O tucano criava um monte de dificuldade, fez medida provisória para criminalizar o movimento. O Lula conseguiu com esse Bolsa Família o que o Fernando Henrique tentou, tentou e não conseguiu, que é deixar as pessoas fora das ocupações” (19). Ao avaliar os biocombustíveis pouco destaque se tem dado justamente ao aspecto aqui referido: o monopólio. Em outros termos, nenhuma fonte renovável e alternativa será posta no mercado a não ser que esteja devidamente monopolizada. A produção energética é, junto com o trabalho, a raiz da produção do valor. No capitalismo a democratização daquela seria a destruição do monopólio e do próprio capitalismo (20). Posta a questão assim em seus aspectos de desenvolvimento econômico dentro do padrão monopolizado do capitalismo, o governo atual e sua política energética ficam evidenciados. Isso vale também para o biodiesel. Logo o exposto até aqui foi apenas a sombra do leão do capital monopolizador. Esta é a característica do projeto político: manter o padrão de acumulação com

**A PRODUÇÃO
ENERGÉTICA É,
JUNTO COM O
TRABALHO,
A RAIZ DA
PRODUÇÃO DO
VALOR**

parcos recursos distribuídos à sociedade. A hipótese é que isso também se coloca para o biodiesel.

ANÁLISE DOS EVENTOS E DO DOCUMENTO DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL Em 2 de julho de 2003 o governo federal emitiu decreto que instituiu o grupo de trabalho para avaliar a viabilidade do uso de biodiesel como fonte de energia renovável e que pudesse alcançar patamares de programa federal de desenvolvimento. No dia 23 de dezembro do mesmo ano instituiu-se o decreto pelo qual uma comissão executiva interministerial estaria encarregada da implementação de ações direcionadas à produção e ao uso do biodiesel no Brasil. Em 13 de janeiro de 2005 o governo federal promulgava a Lei do Biodiesel (21). A lei fixa percentuais mínimos obrigatórios para a adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado aos consumidores finais. Este percentual mínimo deverá ser de 2,0% de 2008 a 2012 até atingir 5,0% em 2013.

Entre as datas limites acima colocadas foi instituído um grupo encarregado de avaliar as potencialidades, impactos ambientais, fator de desenvolvimento, geração de renda, etc do programa do biodiesel. Trata-se de um grupo interministerial de estudos para avaliar todas essas questões. A importância do programa para o governo federal reside em dois fatos que se pode interpretar no emaranhado até aqui apresentado: um estudo feito por doze ministérios e coordenado pela Casa Civil. Logo é possível verificar a importância central do programa para o governo federal. Em outros termos, não é mais uma portaria, decreto, etc do cotidiano administrativo como referido anteriormente. Trata-se de uma dos programas centrais, pilares do projeto político atual. Não se está, então, navegando em qualquer mar, mas em questões de grande porte. Oceanos políticos. Dentro dessa perspectiva seria possível, através desse programa, confirmar as hipóteses acima relevadas. Caso o resultado seja positivo pode-se dizer que dois objetivos foram cumpridos: a avaliação do governo e seu projeto político e o programa do biodiesel. No caso deste, seu lugar de destaque naquele.

Para isso, o recurso foi um documento que se julgou muito oportuno. Trata-se do “Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial Encarregado de Apresentar Estudos sobre a Viabilidade de Utilização de Óleo Vegetal – Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia” (22). A interpretação de várias passagens deste documento torna possível entender questões do escopo do programa posto dentro do projeto político referido. Pode-se idealizar como um programa energético e sua função dentro do projeto inclusive na imagem de um conjunto no qual o primeiro está contido no segundo. O Relatório que ora será analisado para evidenciar o grupo de conceitos e determinações anteriormente expostas para formar a totalidade que se pretende é data do de 4 de dezembro de 2003, portanto, praticamente intermediário entre as datas acima limites.

Logo em suas primeiras páginas é colocado o escopo do Relatório:

Os artigos 1º e 4º do Decreto Presidencial, de 2 de julho de 2003, dispõem: Art. 1º Fica instituído o Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia, propondo, caso necessário, as ações necessárias para o uso do biodiesel.

Art. 4º O Grupo de Trabalho, no prazo de noventa dias, a contar da data de designação de seus membros, elaborará e encaminhará para apreciação da Câmara de Políticas de Infra-Estrutura, do Conselho

de Governo, relatório técnico sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia, e, caso necessário, as recomendações relativas às ações necessárias para o uso do biodiesel (23).

E prossegue:

Com base nesses dispositivos e nos entendimentos havidos na primeira reunião do GTI, realizada em 8 de agosto de 2003, o objetivo-síntese dos trabalhos, consubstanciado neste Relatório Técnico, é apresentar elementos de convicção sobre a viabilidade da produção e uso do biodiesel, no Brasil, como fonte de energia alternativa e renovável complementar ou substituta ao diesel de origem fóssil, levando em conta os conhecimentos, dados e informações disponíveis sobre a matéria quanto às vantagens, desvantagens, custos e benefícios (24).

Dado o objetivo do mesmo, é fácil verificar que se trata de um instrumento técnico de política pública. Não qualquer instrumento, mas um estudo avaliado por 11 ministérios integrados sob a coordenação da Casa Civil, consubstanciando 12 órgãos do governo federal ligados diretamente ao presidente da República (25). Instrumento central, portanto, de uma política pública que sintetiza parte não pequena de um projeto político bastante específico. E a hipótese aqui levantada é que essa política pública específica na área energética, mais que exemplifica, revela a estrutura econômica – e inevitavelmente de classes – a qual o governo atual reproduz. Na seqüência é citado o maior experimento e programa de biodiesel do mundo que é o da União Européia (UE) (26). O que pode levar a acordos bilaterais de comércio externo com a UE.

Posteriormente situa-se no Relatório a metodologia empregada como sendo aquela que pode proporcionar uma amplitude maior para a avaliação do programa:

Dada a complexidade do assunto, buscou-se seguir metodologia que proporcionasse, simultaneamente, o exame do maior conjunto possível de dados, informações e opiniões oriundas de estudos e conhecimentos existentes sobre o biodiesel e a utilização desses resultados para a construção de um quadro de referência relevante para o encaminhamento dos trabalhos e a consecução de seu objetivo-síntese (27).

A partir daqui as questões ficam bem mais interessantes no sentido de se fazer uma análise mais crítica e ao mesmo tempo mostrar que o “maior conjunto possível de dados, informações e opiniões” não constitui uma totalidade analítica. São, tão somente, opiniões levantadas dentro de uma perspectiva já esboçada por um determinado projeto político. É neste sentido, então, que o Relatório consta da participação de tantos órgãos do governo federal, ou seja, para colocar o máximo de “informações e opiniões”. Estas é que constituem suas finalidades dentro da metodologia. Esta, por sua vez, não é tão somente metodologia de trabalho, refletindo também os interesses estruturais da economia:

Nesse sentido, optou-se por seguir duas rotas simultâneas e complementares. Na primeira, foi realizado um ciclo de audiências com representantes de entidades públicas e privadas que desenvolvem estudos, pesqui-

sas, testes e produção de biodiesel, dos produtores rurais, das indústrias automotiva, de óleos vegetais e sucroalcooleira, da Agência Nacional do Petróleo e da Petrobras. Foram colhidos, também, depoimentos de parlamentares envolvidos com o assunto, e de especialistas vinculados às entidades convidadas. Todas as audiências foram realizadas na Casa Civil da Presidência da República, com a presença de representantes titulares ou suplentes dos doze órgãos integrantes do GTI (28).

Dir-se-ia mais interessante pelo que consta das entidades envolvidas. Mais problemático sem dúvida uma vez que se não pode perceber aí representações sociais mais amplas. Claro que o motivo disso é duplo: a fraqueza organizacional histórica dos órgãos da sociedade civil, incluindo partidos políticos, e o próprio projeto do biodiesel como política pública de viés energético com objetivos amplos de reprodução econômica.

Ainda neste sentido é possível verificar o que o Relatório cita como órgãos de experiência acumulada e que já possuem o biodiesel em sua agenda:

Em nível de pesquisa e desenvolvimento, o biodiesel já integra a agenda de importantes entidades públicas e privadas, como os Ministérios da Ciência e Tecnologia e de Minas e Energia, instituições de pesquisa, a Agência Nacional de Petróleo, a Embrapa e a Petrobras, além de iniciativas promovidas por diversos Estados da Federação e por entidades como a Tecnologias Bioenergéticas Ltda. (Tecbio), a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (Abiove) e a Confederação Nacional da Agricultura (CNA), dentre outras.

A Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ, em parceria com o Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais - IVIG, desenvolve um projeto de extração de biodiesel de óleo usado de frituras, que vem sendo testado desde 2001 em um furgão, com B100 (100% biodiesel), com ótimo resultado (300 mil km rodados sem defeitos), embora ainda não homologado (29).

Nada referente, portanto, a movimentos sociais ou formas de organização social que possam ter maior controle social sobre a produção e a riqueza proporcionada pelo mesmo. Além disso, ou seja, o controle social dessa riqueza por parte da sociedade, também o controle ambiental. Nesses dois itens o Relatório se torna mais que cristalino em suas colocações. Assim será necessário especificar um de cada vez. Organização do texto e também da prova da hipótese que aqui se vem traçando constitui a intenção. Após enumerar esses aspectos será possível presenciar a mistificação de desenvolvimento por trás da política pública energética que é o biodiesel.

No campo social e de produção da riqueza algumas passagens do Relatório são significativas. De início é possível destacar:

Sob os pontos de vista social e regional, a produção de biodiesel promove a inclusão social pela geração de emprego e renda, tendo em vista que, embora com rendimentos variáveis, o biodiesel pode ser obtido a partir de diversas matérias-primas de origem vegetal e animal, disponíveis ou passíveis de produção nas diferentes regiões do Brasil. Isso também contribui para a inclusão social ao permitir o suprimento de energia elétrica para comunidades isoladas ainda não atendidas, mediante o uso do biodiesel em motores estacionários – o que também pode ser feito com o emprego do óleo vegetal in natura em motores devidamente adaptados a essa finalidade (30).

Ainda que o motivo colado seja interessante no caso do fornecimento de energia elétrica para comunidades isoladas – e isso é fundamental e necessário – nada se fala sobre a *qualidade* desses empregos. Ainda que se fale mais adiante da agricultura familiar, nada é dito das formas sociais de desenvolvimento socioeconômico. Não se induz em nenhum momento a pensar no nível de empregos no sentido da melhoria da distribuição de renda (31) e do controle monopolístico nacional e internacional dos biocombustíveis (32).

Neste sentido, existem na página 9 do Relatório considerações econômicas sobre a geração de emprego e de renda em vista de investimentos da agricultura familiar no biodiesel. Dispensa-se toda a citação, mas fica claro e evidente por não estarem contidas no mesmo, em nenhum momento, considerações no que tange à reforma agrária, a possibilidade de aumento da concentração fundiária com a entrada maciça de capitais monopolistas nacionais e internacionais do agronegócio e da produção de oleaginosas e, como consequência, a concentração e centralização do capital e dos rumos do próprio desenvolvimento. Em outro sentido, não se considera o custo do monopólio aqui produzido. Expõe-se a geração de renda e emprego sem a devida *dinâmica* da situação e o que se poderia gerar de controle social da riqueza e do ambiente em situação de nenhum monopólio (33).

A análise aqui proposta tem por fim aduzir aos impactos ambientais propostos no Relatório feito pelo GTI. E, já de início, é de destacar que apenas dois momentos são citados de modo favorável: redução de poluentes causadores do efeito estufa e a possibilidade de utilizar áreas desmatadas para a produção de oleaginosas e, com isso, incrementar o mercado de carbono por meio dos mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL, p. 13) Todo o item 5.3 do Relatório está voltado para as questões ambientais (“Aspectos Ambientais”, pp. 11-12). Mas ao longo do texto desenvolvem-se outras inserções nesse sentido tais como:

O Brasil também detém considerável experiência acumulada na área do biodiesel, mas, ao contrário de países considerados desenvolvidos, ela ainda se encontra em franco descompasso com nossa capacidade produtiva de biomassa, pois dispomos de condições de solo e clima privilegiados para a produção de diversas matérias-primas suscetíveis de aproveitamento para fabricação de biodiesel. Diante disso, a experiência nacional envolve diversas matérias-primas (soja, mamona, amendoim, dendê, babaçu, etc) e várias rotas tecnológicas (transesterificação metilica e etilica e craqueamento térmico ou catalítico, dentre outras) (34).

Neste caso não é o não dito ou então aquilo que se escondeu, mas o genérico, o muito abstrato que é o revelador do texto e do programa adotado pelo governo federal como política pública energética e econômica de desenvolvimento. O genérico, o muito abstrato é uma armadilha conceitual: eleva-se a um alto patamar de abstração, porém profundamente deslocado da realidade. Nesta passagem do Relatório o abstrato está dito na forma de condições de “solo e clima privilegiados para a produção de diversas matérias-primas suscetíveis de aproveitamento para fabricação de biodiesel”. Não se percebe nenhuma indicação de medida de estudo de solos e condições de produção. Ainda outra passagem significativa junto a essa:

Dentre as questões ambientais, cabe destacar a significativa diminuição das emissões de diversos poluentes, especialmente os monóxidos de carbono, hidrocarbonetos totais, material particulado e enxofre. Além disso, o

uso do biodiesel reduz sensivelmente a emissão de gases causadores do efeito estufa. Embora haja ligeiro aumento na emissão de óxido de nitrogênio – cujas conseqüências sobre a qualidade do ar nas grandes metrópoles pode ser contornada com a adoção de medidas específicas –, os efeitos líquidos sobre a redução global da pressão sobre o meio ambiente são altamente favoráveis ao biodiesel, especialmente quando se considera todo o ciclo de vida do produto, abrangendo desde a produção das sementes, cultivo, colheita, transporte, armazenamento, processamento e consumo. Outro impacto positivo sobre o meio ambiente advém da possibilidade de se cultivar algumas espécies oleaginosas, especialmente o dendê, em áreas degradadas da região Norte do país, onde existem condições de solo e clima favoráveis a essa cultura. A mamona e outras matérias-primas podem desempenhar idêntico papel em outras regiões, especialmente no Semi-Árido nordestino. Cabe registrar, também, que a possibilidade de produzir biodiesel com resíduos gordurosos de frituras e esgoto tende a diminuir o despejo de material graxo no meio ambiente. Deve-se considerar, ainda, que o biodiesel sendo utilizado como aditivo ao diesel de origem fóssil melhora sua lubrificidade. Além disso, facilita o atendimento de compromissos firmados no âmbito da Convenção do Clima e pode proporcionar a obtenção de créditos de carbono, sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto, desde que seu uso ou mistura ao diesel não seja compulsório (35).

O significativo e que chama a atenção é novamente a recorrência ao já citado uso dos créditos de carbono como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) bem como falar de áreas degradadas da região norte e áreas do Nordeste. Nada de mais. Usar áreas degradadas para o plantio é conveniente. Ainda que nada seja dito sobre a inclusão social por meio do acesso social a essas terras degradadas, a colocação não é tão problemática. Erra novamente (36) –, neste caso, – ao elevar ao abstrato e não considerar que as áreas degradadas poderiam ser reflorestadas.

Neste último caso o abstrato do uso de áreas degradadas se junta aos aspectos do solo anteriormente indicados e nenhuma inclusão no Relatório sobre a possibilidade de recuperar esses solos ao invés de arriscar a continuidade da degradação. Neste sentido é ainda mais problemático o projeto de lei (PL) que tramita no Congresso sobre o uso de áreas de reserva legal para o plantio de oleaginosas (37). Projeto colocado em pauta pela bancada ruralista e que o programa do biodiesel, do ponto de vista deste modelo de desenvolvimento criticado aqui e que ele propõe, permite.

Segundo o Código Florestal brasileiro, é considerada reserva legal, dentro de cada propriedade, uma área mínima determinada de vegetação nativa que cumpra a função ecológica de habitat para a biodiversidade e/ou fornecedora de serviços ambientais como estoque de produtos florestais, proteção do solo e corpos d'água, controle de pragas e incêndios e captação de carbono da atmosfera, entre outros. A atual legislação brasileira estabelece que a área de reserva legal deve ser de 80% na Amazônia, 35% na região de cerrado que esteja nos estados da Amazônia Legal e 20% nas demais regiões do país.

O principal objetivo do PL 6424/05 é permitir que 30% das reservas legais na Amazônia possam ser recompostas com espécies exóticas ao ecossistema amazônico, incluindo as palmáceas. Com isso, se aprovado, o projeto permitirá o avanço do plantio em larga escala de matéria-prima para a produção de biocombustíveis, sobretudo

do dendê: “Vamos conversar com as ONGs, mas minha intenção é manter a idéia básica do PL. Permitir atividade econômica em 30% das Reservas Legais é o único meio de manter preservados os 50% restantes”, afirma o deputado Jorge Khoury (DEM-BA), relator do projeto na Comissão de Meio Ambiente (38).

Desta maneira parece bastante claro o modelo de desenvolvimento que se pretende com os biocombustíveis e, em nossa análise específica, do biodiesel. Sendo assim fica também muito evidente a estrutura econômica determinada que se mantém e que se reproduz (39).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E NOTAS

1. Tema constante na atualidade mundial e na pauta governamental quando se trata de questões ligadas à energia.
2. Trata-se, na verdade, de um conjunto de determinações constituindo uma estrutura, mas que aqui se pode falar de uma como algo genérico que não altera a análise.
3. Dreifuss, René. *O jogo da direita*. Vozes, Rio de Janeiro, 1989, p. 7.
4. O “mito do baú” aqui referido pelo autor é menção ao fato de que não é necessário um “baú de segredos”, documentos secretos mostrando artifícios escusos e suspeitos, atitudes políticas pouco dignificantes à luz do dia. Saber encontrar em jornais, periódicos, revistas, etc os atos forjados nas instâncias políticas oficiais e articulá-los pode ser tão eficiente quanto o “baú de segredos”. Em matérias escritas pode-se entender como a célebre e popularizada frase “ler as entrelinhas”.
5. Marx, Karl. *O Capital*. Nova Cultural, São Paulo, 2ª ed., posfácio da 2ª edição Alemã, p. 20, 1985.
6. *Jornal Brasil de Fato*, 17 de outubro de 2007.
7. Id., *ibid*. Ver também Laimé, Marc. “Les partenariats public-privé sont nuisibles et minent la démocratie”. In: *Le Monde Diplomatique*, 8 de setembro de 2007.
8. Expressão proferida por Luiz Inácio Lula da Silva, candidato à Presidência da República em discurso, na campanha de 1989.
9. Como escreve o jornalista Elio Gaspari, em sua coluna no jornal *Folha de S. Paulo*, trata-se de “privataria”.
10. Nenhuma surpresa uma vez que as PPPs já estão aprovadas há tempos. Trata-se das chamadas parcerias público privadas, ou seja, nova forma de o Estado alavancar a atividade privada sob a justificativa de que se faz necessária sua intervenção com o fim de obter capitais necessários ao investimento em setores carentes.
11. Um exemplo claro pode ser a política de juros altos favorecendo o setor financeiro e o programa dos biocombustíveis, entre outros.
12. Há muito fora da pauta de reivindicação da indústria que vem concentrando seus ataques exclusivamente em um luta encarniçada “de hienas” apenas na tributação.
13. Perissinotto, R. M.. *Estado e capital cafeeiro em São Paulo (1889-1930)*. Annablume, São Paulo, 2000, 1ª ed., 2v.
14. A referência aqui é ao polêmico personagem do filme *Tropa de elite* do diretor José Padilha, baseado no livro *Elite da tropa* do antropólogo Luiz Eduardo Soares e dois policiais, André Batista e Rodrigo Pimentel. O capitão Nascimento age com violência diante do crime e assim mostraria como deve ser cuidada a questão social, como “caso de polícia” na atribuída frase ao presidente Washington Luís (1926-30).

15. Enquanto se ideava e se escrevia este capítulo para o livro *A energia, a política e o Brasil: conflitos e propostas no século XXI* um novo evento no setor de energia envolvendo o monopólio acontecia: a licitação da hidroelétrica de Santo Antônio no rio Madeira (vencida pelo consórcio capitaneado pela Odebrecht). Além da privatização de recurso natural, cenas de choque da polícia com manifestantes só vistas no então governo do PSDB voltaram a aparecer.
16. O aumento do consumo das famílias estimulado pelos créditos fez com que o PIB fosse “puxado” para cima (*Folha de S. Paulo*, 10 de novembro de 2007).
17. “Lucro do Bradesco é o maior do setor financeiro em 20 anos”. In: *Valor Online*, 5 de novembro de 2007.
18. “MST enfrenta desistências em Ribeirão”. In: *Folha de S. Paulo*, 4 de novembro de 2007.
19. Id., ibid.
20. Artigos sobre biocombustíveis, suas falácias como alternativa renovável e monopólio podem ser encontrados no sítio www.resistir.info. Um outro recurso para contornar o “mito do baú” que Dreifuss faz referência, a internet.
21. É possível encontrar no sítio do governo federal toda a legislação sobre o biodiesel (www.biodiesel.gov.br/legislacao.html). Aí temos leis, decretos, portarias, resoluções que regulamentam todo o programa. A lei específica do biodiesel é de 13 de janeiro de 2005, número 11.097. Mais uma vez, basta articular as informações e o “mito do baú” não é tão necessário assim.
22. Disponível também em sítio oficial: www.planalto.gov.br/casacivil/site/static/relatoriofinal.pdf.
23. *Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial Encarregado de Apresentar Estudos sobre a Viabilidade de Utilização de Óleo Vegetal - Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia*, p. 2, disponível no sítio referido na nota anterior. Doravante citado apenas como Relatório.
24. Relatório, p. 3.
25. No Relatório, p. 2, são listados os órgãos do executivo central: Casa Civil da Presidência da República (coordenador); Ministério dos Transportes (MT); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); Ministério de Minas e Energia (MME); Ministério da Fazenda (MF); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP); Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA); Ministério da Integração Nacional (MI); Ministério das Cidades (MCidades).
26. “Cabe registrar, inicialmente, que a Comunidade Européia implantando, atualmente, a maior experiência internacional na produção e uso de combustíveis renováveis, considera biocombustível o combustível líquido ou gasoso para transportes produzido a partir da biomassa. Entende como biomassa a fração biodegradável de produtos e resíduos provenientes da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da silvicultura e das indústrias conexas, bem como a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos. São classificados como biocombustíveis o biodiesel, o biogás e o biometanol, dentre outros. Considera como biodiesel o éster metílico produzido a partir de óleos vegetais ou animais, com qualidade de combustível para motores diesel, para utilização como biocombustível. Admite ainda a existência de outros combustíveis renováveis, entendidos como os combustíveis renováveis que não sejam biocombustíveis, obtidos a partir de fontes de energia renováveis tal como se encontram definidas na Diretiva 2001/77/CE, utilizados para efeitos de transporte”, Relatório, p. 3.
27. Id. Ibid.
28. Id. Ibid.
29. Relatório, p. 5.
30. Id., p. 6.
31. Ainda que isso seja medida social tão somente nos limites do capital.
32. Aqui se tencionou alargar o escopo mesmo para pensar no trabalhador da cana-de-açúcar que ganha cerca de R\$2,50 por tonelada cortada e na crescente participação estrangeira nesse negócio. Ainda sobre a concentração de capital e a estrutura de monopólio do mercado nos agrocombustíveis ou biocombustíveis convém citar: “Em agosto do ano passado, grupos e investidores estrangeiros detinham 5,7% de toda a cana processada no Brasil para produção de açúcar e álcool. Um ano depois, o capital internacional passou a deter 12% do setor, o que corresponde a mais de 51 milhões de toneladas de cana (...). Para o professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), César Sanson, esta situação é provocada pela política do governo federal de incentivar a produção de agrocombustíveis e é muito preocupante”. (*Radioagência - Notícias do Planalto*, 25 de setembro de 2007 - www.radioagencianp.com.br)
33. Aliás, todo o item 4 do Relatório (“Potencialidades e Desafios da Produção e Uso do Biodiesel no Brasil”) e 5 (“Benefícios, Custos da Produção e Uso de Biodiesel no Brasil”) à exceção de 5.3 que fala do impacto ambiental que será visto à seguir, tratam exaustivamente dos números dos benefícios econômicos e sociais sem mencionar nenhuma das questões aqui levantadas e críticas. O que se deduz é a evidência cada vez mais clara de um projeto econômico e político dentro das estruturas econômicas e reprodutivas vigentes e - em uma “pura ingenuidade” - de um capitalismo controlável pelas forças do Estado, como se o Estado pairasse sobre a sociedade. Não é possível aprofundar neste momento as relações entre Estado e capital, mas o texto que se desenvolve fornece alguns elementos para isso.
34. Relatório, p. 5.
35. Relatório, p. 7.
36. Neste caso, erro nunca é uma ingenuidade, mas uma concepção de desenvolvimento econômico com privilégio de determinada estrutura econômica.
37. Trata-se do projeto de lei (PL) 6.424/05 que tramita na Câmara e prevê o plantio de até 30% de espécies exóticas em áreas de reserva florestal da Amazônia (“PL que altera Código Florestal avança no Congresso”. In: *Carta Maior*, 22 de outubro de 2007).
38. Id., ibid.
39. Este artigo é uma adaptação de um outro a ser publicado no livro de José Alexandre Hage (org.) *A energia, a política e o Brasil: conflitos e propostas no século XXI*, Editora Juruá, Curitiba/PR, pp. 283-99, 2008.

ESTRANHAS CATEDRAIS. NOTAS SOBRE O CAPITAL HIDRELÉTRICO, A NATUREZA E A SOCIEDADE

Oswaldo Sevá

*Dormia a pátria mãe tão distraída
sem perceber que era subtraída em tenebrosas transações.
Seus filhos erravam cegos pelo continente,
levavam pedras feito penitentes, erguendo estranhas catedrais*
(Chico Buarque e Francis Hime, *Vai passar*, 1985)

INTRODUÇÃO A usina hidrelétrica é um objeto construído – em geral, maior ou bem maior que todas as demais construções existentes – e equipado com máquinas e sistemas sofisticados e caros, para produzir eletricidade usando a energia dos rios. Tecnicamente, costuma ser assim analisado, e nas faculdades é ensinado apenas com esta delimitação. Só que, passados cento e vinte anos de sua implantação pioneira, construiu-se um conjunto impressionante de milhares de usinas em quase todos os países do mundo, nos rios das principais bacias fluviais de todos os continentes, exceto a Antártida. Assim, estamos imersos em um surto econômico que continua, com usinas em fase de construção e de projeto, e que vai desencadeando situações inéditas em cada local para grupos humanos que ali residem, trabalham, convivem com as obras e as usinas; um surto com efeitos que vão se sobrepondo na dinâmica dos rios e das bacias fluviais. Essas usinas se tornaram objeto de interesse único dentro do vasto campo do conhecimento humano; tais obras e tudo o que mobilizam, materialmente e simbolicamente, podem também ser registradas na história das civilizações como uma das maiores experimentações feitas pela nossa espécie e o seu “gênio”, no ímpeto de domar as forças maiores, as da natureza. Experiências vividas por milhões de pessoas, e cujas complicações continuam se revelando a cada dia e estão ainda longe de terem se desenvolvido plenamente. Se estamos aqui numa revista de Ciência e Cultura, é bom buscarmos a compreensão de todas as suas conseqüências e significados, sabendo no entanto que é impossível alcançar tal onisciência. O que vale é a busca, o resultado ainda que parcial.

INDÚSTRIA BARRAGEIRA E A ELETRIFICAÇÃO Do ponto de vista da história social e econômica, um dos fios condutores do processo é a concentração de capital nas maiores usinas, ao mesmo tempo em que se constitui um complexo industrial – financeiro, praticamente oligopolista, conhecido nos primeiros tempos como “o cartel da indústria elétrica” e agora como *dam industry*, conceito divulgado por McCully (1) e pela entidade International Rivers (2).

Tão notável quanto a disseminação geográfica da nova tecnologia durante o século XX, e que ainda continua, é o seu contínuo aumento de dimensões: as usinas pioneiras das décadas de 1880 a 1910 tinham uma potência instalada de centenas ou alguns milhares de quilowatts (kW); em meados do século, as maiores já contavam com máquinas para centenas de milhares de kW. Hoje a mais possante, Itaipu, no rio Paraná, inaugurada em 1982, ex-

pulsando quase 30 mil moradores do lado brasileiro (3), alcança 14 milhões de quilowatts instalados, e logo será superada pela usina chinesa Three Gorges, no rio Yang Tzê, inaugurada em 2003, cuja potência total, em fase de instalação, é 18 milhões de kW, e cujos desalojados em várias cidades e distritos rurais somam dois milhões de pessoas (4).

Tantas usinas em tantos lugares instrumentaram um processo histórico de eletrificação, conceito que compreende as várias etapas dos investimentos realizados para que se concretize a valorização dessa mercadoria especial, a energia elétrica. Processo que começa pelos canteiros de obras que desviam o rio e erigem o “paredão” trancando-o, segue pela instalação de máquinas turbo – geradoras que engolem vazões de água represada, e também pela instalação de usinas geradoras de outro tipo, as termelétricas (5); finaliza com a construção de linhas de transmissão desta eletricidade até os denominados centros de carga, onde, por meio de subestações elétricas e de linhas de distribuição e transformadores, são conectados os consumidores finais. Tais ciclos de ampliação econômica acontecem localmente, em simultâneo, e regionalmente, uns após os outros, e assim a eletrificação vai se expandindo geograficamente, concretizando o chamado “aproveitamento” de vários rios, e construindo redes extensas de cabos conectando várias usinas, atendendo consumidores finais em várias cidades e regiões inteiras que estão ligadas nas mesmas malhas do sistema elétrico. O qual, no caso brasileiro, cobre dois terços da área territorial do país, responde por mais de 90% de todo o consumo nacional, e é garantido em termos energéticos pelas hidrelétricas.

REPRESA COMO FATO FÍSICO-TERRITORIAL INÉDITO As usinas são, de fato, criações do final do século XIX, quando a tecnologia elétrica se consolidou com os dínamos, transformadores, motores, os primeiros servomecanismos mas... barrar rios e conduzir a água para outros pontos de utilização ou aproveitar ali mesmo sua força-motriz era algo praticado há séculos, ou milênios, vide os aquedutos romanos, as obras de *riego* dos impérios pré-colombianos nos Andes e na América Central, as rodas d’água. A repercussão atual de tais obras é totalmente outra, pois foram sendo barrados rios cada vez maiores e mais caudalosos, as dimensões das construções se exacerbaram a ponto de algumas represas e canais serem visíveis pelos satélites e astronautas e, só por isso, são cirurgias de grande porte na paisagem terrestre. Bem além disso, estamos diante de uma somatória inusitada de alterações geográficas, geológicas, fluviais e hidrológicas e, conseqüentemente, de alterações atmosféricas e biológicas, de longo prazo, em todos os rios barrados e nas terras ribeirinhas mais próximas.

Barragens e represas têm que ser consideradas, cada uma, como um fato físico-territorial recente. Cada uma delas se sobrepôs ao que sempre foi ali o piso da vida animal e humana, seu fluxo de água aproveitada é parte do fluxo que sempre por ali passou como parte do ciclo maior da água na atmosfera. Todas as represas se entopem, mais lentamente ou menos, e seus prédios e grandes mecanismos podem se deteriorar, logo, elas não são eternas. Estatisticamente, se rompem umas tantas por ano, outras colapsam, algumas são deliberadamente desativadas, abrindo suas comportas de vez, ou até removendo seus “paredões”, conforme notícias regularmente publicadas, por exemplo, na *World Rivers Review*, periódico da entidade International Rivers.

São cada vez mais pesquisadas as alterações radicais nas estruturas geológica e hidrológica da área da represa existente e das projetadas, e as mudanças irreversíveis na dinâmica do rio barrado (em muitos casos, do rio mais uma vez barrado) e as alterações nos ecossistemas formados nele e em seu entor-

no. Temas estudados principalmente pelos geólogos, engenheiros civis, pelos hidrólogos, limnólogos, e pelos biólogos e ecólogos.

Um rio barrado não é mais um rio, é um conjunto de ecossistemas parcialmente gerenciados, esses que o povo chama “lagos” por causa de seu aspecto fotogênico, mas que são de fato reservatórios – e que são obrigatoriamente evaporatórios – e que são também infiltratórios. Sabemos, enfim, que – com as represas, a alteração irreversível do relevo oculta outras alterações das camadas da crosta terrestre, mudando os seus níveis de pressão interna, fazendo sumir a água de onde ela circulava, fazendo – a surgir onde não havia. Só que tal tipo de alterações também tem conseqüências sociais e econômicas: se cardumes desaparecem, espécies se tornam dominantes, peixamentos exóticos são feitos nas represas, aí a alimentação do povo muda; se poços d’água secam, várzeas se encharcam e enchem “por baixo”, se brotam novas nascentes, ou secam as existentes, então a agricultura muda; se há vegetações submersas, emanam gases carbônicos, inclusive metano e ácidos orgânicos, afetando os vizinhos e seus bichos e plantas – e por essa razão também são temas e situações estudadas pelos pesquisadores da área social e econômica (6;7;8). A ampliação das capacidades instaladas nas usinas se tornou um dos maiores negócios do mundo e, em função disto, praticamente se criou uma “ciência barrageira”, ou seja, o tipo de conhecimento sistemático necessário para movimentar essa poderosa *dam industry* (2). Dentre os dogmas dessa “ciência” identificamos a crença de que serão feitas sempre mais e maiores barragens, o que se choca com a inevitável limitação geográfica (um dia todos os rios barráveis podem estar barrados); notável também é a insistência do argumento de que essa hidroeletricidade é uma “energia renovável”, algo como um moto perpétuo que se renova sempre, sem limitações, sem perder nenhum atributo, sem desperdício, sem dissipação.

Aberrações à parte, o quê de fato se sabe é que a massa de água no mundo, em seus três estados físicos, é constante, e que o ciclo da água, numa escala continental-regional-oceânica, é renovável.

Essa combinação de tecnologias pesadas de modificação do relevo e de criação de grandes prédios, com um modo singular de ocupação territorial, alagando de modo permanente superfícies da ordem de dezenas ou centenas de quilômetros quadrados, em vários casos, alguns milhares de quilômetros quadrados, – é o que caracteriza a “ciência barrageira”. Uniram-se de modo duradouro às engenharias mecânicas e elétricas, para que máquinas se fabricassem e se instalassem nas casas de força das usinas – com a engenharia civil que abre, rasga, corta, fura, aterra, dinamita, remove, ergue... a obra civil feita de paredões de rocha e terra, prédios de concreto. A geologia se tornou parceira *sine qua non* neste empreendimento, pois é essencial escolher bem os terrenos onde fazer tais obras, onde colocar fundações e de qual tipo, onde ancorar as ombreiras dos maciços a construir e, depois, temos que prever como poderá se comportar uma crosta com um novo enorme peso de água e de concreto e ferragens onde antes havia apenas o peso e a pressão da atmosfera.

BASES CONCEITUAIS E EMPÍRICAS PARA UM CONHECIMENTO CRÍTICO

Pelo fato da hidrelétrica convencional se compor também de um reservatório, – ou seja, uma massa de água renovável, porque o rio continua fluindo, embora represado – temos que somar ao antigo relevo, solos e biomassa, agora submersos, a biomassa atual mais a poluição e os sedimentos que ali afluem. No balanço hídrico, temos de retirar da água afluyente o tanto que evapora e o tanto que se infiltra e tratar o sistema como trifásico (água, sedimentos, gases). Aí sim, parte da vazão da água se-

rá turbinada e parte dela, ao longo do ano, terá que ser vertida passando pelas comportas e tobogãs dos vertedouros.

A represa tem que ser estudada, portanto, como um ecossistema parcialmente construído e parcialmente operado, e sujeito a alterações progressivas e sazonais, hidrológicas e geotécnicas.

Pelo fato de ao mesmo tempo ser uma usina, a hidrelétrica só se compreende pelo conjunto formado pelo reservatório mais as obras civis (a barragem, o vertedouro, os diques, as tubulações e canais) mais o maquinário eletromecânico que compõe a casa de força e a subestação. Porém, como usina, tem que ser vista, é o que dizem modernamente, como uma “unidade de negócios”, cuja atividade-fim é gerar e vender eletricidade, se possível, sem parar. Um negócio que atua num mercado marcadamente oligopólico, e no caso brasileiro, regulado de modo “desregulatório”, por mais estranho que isso pareça. Sendo capital fixo, incorpora trabalho morto e materiais da natureza em escala ultra-intensiva, e é utilizado intensivamente, embora em condições objetivamente bastante variáveis ao longo das horas, dos meses e das décadas. Fica tudo sujeito à degradação operacional e organizacional, e exposto a vários tipos de riscos técnicos e sociais. E, quando se articulam as duas metades inseparáveis – reservatório e usina – aí as características do caráter usina reservatório e sua conseqüente cirurgia fluvial, dificilmente vão se adequar ou se subordinar às características do caráter usina negócio – e disso advêm quase todos os problemas de operação, de desempenho e de segurança dessas instalações. Um quadro conceitual correto tem que destacar a finitude de cada hidrelétrica – às vezes travestida de sucateamento, ou de “elevação de custos” – e explicitar antes de tudo, seu risco de integridade. Simplesmente por estarem nos rios, já ficam sujeitos às enxurradas, aos alagamentos e às temporadas de seca que caracterizam os rios no mundo todo. Os pioneiros da pesquisa social e ambiental nas hidrelétricas, Goldsmith e Hildyard (6), compilaram os casos mais conhecidos de acidentes com barragens, em vários países; dentre todas as obras implantadas entre 1930 e 1974; apresentam trinta e três situações agrupadas como “I. maiores terremotos induzidos por barragens”, com sete eventos no período, com magnitude Richter acima de 5 pontos: Koyna, com 103 metros de altura, na Índia, o mais intenso; dois na Grécia: Kremasta 165m, e Maraton 63 m; dois nos EUA: Oroville, Califórnia, 236 m, e Hoover, 221 m, rio Colorado, Arizona; HsinfengKiang, 105 m, na China; Kariba, 128 m, no rio Zambéze entre os atuais Zimbábue e Zâmbia. Depois: “II. terremotos induzidos menos intensos”, onze eventos, com magnitudes entre 3.2 e 5 pontos na escala Richter, em barragens com alturas variando de 67 m a 317 metros, localizadas nos EUA, Itália, França, Espanha, nos Bálcãs, na Turquia e na antiga União Soviética, Nova Zelândia, Austrália e Japão. Nos dois grupos, a grande maioria dos sismos ocorreu em um intervalo de tempo de menos de um ano até três anos após a formação da represa, ou seja, o primeiro enchimento completo do “lago”. Poucos desses acidentes ocorreram em prazos mais longos, de sete até vinte e dois anos após a formação das represas. Ressaltam que os terremotos podem também ser causados quando os reservatórios são esvaziados, por exemplo, os casos conhecidos pela população da Califórnia, nas barragens Oroville e Mono Lake. Outro autor-chave no conhecimento crítico das hidrelétricas, Patrick McCully (1), nos fornece outra compilação da sismicidade induzida por barragens, com eventos de magnitude Richter maior que 4.0 dos quais, trinta e dois casos ocorridos em represas formadas entre os anos de 1960 e 1981. A maioria dos sismos importantes ocorreu num prazo curto, de até dois anos após o início do enchimento, outros num prazo de três a

oito anos. Na mesma lista consta um caso brasileiro de sismo induzido: em 1974, com magnitude Richter 4,2 em área sob influência direta de duas represas, das hidrelétricas Porto Colômbia e Volta Grande, no rio Grande, no Triângulo Mineiro.

Um estudioso da geofísica do solo brasileiro, Miotto (9), do IPT, organizou, há vinte e cinco anos, um histórico de quarenta e sete sismos registrados na região sudeste do Brasil, com intensidade Mercator V a VI, desde 1789, com o 1º sismo registrado em Cananéia (SP), até 1982. Dentre esses, três eventos são qualificados sismos induzidos por barragens: 1) no entorno da represa de Furnas, rio Grande (MG), dia 15 de novembro de 1966, com intensidade IV a V, poucos anos após o enchimento da represa; 2) perto da usina do Cajuru, da empresa Cemig, rio Pará (MG), em 23 de janeiro de 1972, intensidade VI; 3) no entorno da usina Paraibuna, da empresa CESP, cuja represa é formada pelos rios Paraibuna e Paraitinga, na Serra do Mar (SP), dia 16 de novembro de 1977, com intensidade IV MM.

Pelo menos quatro outros sismos foram registrados em municípios próximos de represas, e em momentos em que tais represas já estavam formadas: em 18 de janeiro de 1981, em Passos (MG); no dia 11 de setembro de 1981, em Alfenas (MG), no dia 02 de maio de 1982, em Caconde (SP); no dia 25 de agosto de 1982, em Araxá (MG).

Atualizando e confirmando esse risco intrínseco, tivemos no Brasil, em junho de 2006 o esvaziamento intempestivo da represa recém-enchida Campos Novos, no rio Canoas (SC), formador do rio Uruguai, por causa de rachaduras nos túneis de desvio, com danos no revestimento de concreto da face interna do paredão de 180 metros de altura. E, agora no verão 2007-08, romperam-se duas barragens recém construídas, em usinas do tipo chamado Pequena Central Hidrelétrica (PCH): Apertadinho, próximo de Vilhena (RO), num rio formador do rio Machado, e Espora, num afluente do rio Paranaíba, extremo oeste de Goiás, ambas com os prejuízos conhecidos rio abaixo, nas fazendas, vilarejos, estradas, redes elétricas.

PROBLEMAS SÉRIOS, BEM MAIS QUE “IMPACTOS” Dentre as complicações operacionais mais frequentes das usinas, estão certas conseqüências desastrosas por ocasião de manobras de fechamento de comportas, no primeiro enchimento da represa, e nas paradas e partidas de turbo – geradores. Como anti-exemplo, um rio enorme ficou seco por dezenas de quilômetros, durante semanas seguidas: o Tocantins, em 1998, quando fecharam as comportas da usina Serra da Mesa (GO), das empresas Furnas e VBC. Rio abaixo, na usina Lajeado (TO), quatro anos depois, uma mortandade de peixes jamais vista ocorreu à jusante da barragem, enquanto na represa, a principal praia foi interditada por motivos sanitários. Uma mortandade humana ficou pouco conhecida, na época, 1988: oitenta e oito pessoas faleceram com diarreias agudas, dentre as duas mil trezentos e noventa e duas pessoas intoxicadas, residentes na beira da represa recém-formada da usina Itaparica, da empresa Chesf, a qual alugou municípios da Bahia e de Pernambuco, ali sepultando a cidade de Petrolândia (PE), seu esgoto, seu lixo e o cemitério (10).

Para os que são ainda cientistas, investigadores da realidade e de suas contradições – os quais sabem que entre os pilares da ciência estão a dúvida sobre o conteúdo e a forma das coisas e o questionamento das aparências e das ra-

ções profundas – a situação hoje, após o surto das hidrelétricas, é outra, foi radicalmente alterada. Trata-se de rupturas e violações: a destruição dos monumentos fluviais mais maravilhosos do planeta; a acumulação primitiva de capital, fundada na expropriação dos pobres e dos nativos; a especulação e a concentração fundiária de milhares de hectares a cada represa.

A implantação de usinas hidrelétricas nos rios se constitui, no mundo todo, num campo de disputas por terrenos e posições geográficas, e resultam em re-ordenamentos fundiário e agrícola das regiões onde são implantadas. Dada a sua dimensão técnica, econômica e territorial, tornam-se fatores de desorganização social e econômica, a qual se segue uma re-organização das populações que aí residiam, e a entrada de novas atividades que se estabelecem no entorno da represa. Tais temas são pesquisados atualmente por cientistas sociais, geógrafos, antropólogos, além de economistas, agrônomos, e outros, dos quais indicamos na bibliografia (1;11;12;13).

Não deveria haver surpresa com tal caráter conflituoso das hidrelétricas, pois nas civilizações passadas, as terras ribeirinhas e o uso dos rios foram fatores de disputas entre grupos sociais e focos de conflitos de interesses econômicos e estratégicos. E continuam sendo, o que há de novo é que agora os rios, a água e as terras ribeirinhas também vão sendo conquistadas pela indústria barrageira, para serem “geridos” em função de critérios da mercadoria eletricidade. As dimensões das represas agora se contabilizam até centenas de milhares de hectares de superfície, as maiores, dezenas de milhares, na maioria delas, e o remanejamento fundiário atinge também as áreas ocupadas por canteiros de obras e respectivos serviços alojamentos e pequenas fábricas acopladas, mais as estradas de serviço, as glebas de onde se retira madeira, areia, pedra, seixos, a faixa das linhas de transmissão. Por tudo isso, não é adequado caracterizar como “impactos” os processos sociais e territoriais da implantação de hidrelétrica; “impacto”, expressão extraída da física (da parte que estuda os choques e as quantidades de movimento) tornou-se palavra meramente administrativa, prescrita para utilizar nos processos de licenciamento ambiental, mas contra-producente, e, quando se trata do conhecimento, da ciência, uma noção desviacionista.

EMBLEMAS DA EXPANSÃO CAPITALISTA Quais causas e quais processos de transformação radical poderíamos identificar no desenrolar nos projetos de mega-hidrelétricas? São os mesmos que identificamos ao analisar outros investimentos industriais de grande porte (14;11).

São engrenagens formidáveis de acumulação de capital e de mobilização de força de trabalho, de dimensões relevantes em comparação com a própria economia nacional. Algumas se tornam rapidamente e permanecem durante alguns anos os principais focos concentrados de comércio e de emprego no país ou pelo menos nos Estados onde se concentram as obras. Não é a toa que mega-projetos, inclusive hidrelétricas, encabeçam a febril plataforma do segundo governo, o Plano de Aceleração do Crescimento.

Criam – ou emendam e contrapõem aos núcleos urbanos precedentes – suas próprias cidadelas operárias, com sua segmentação de classe, autoritária e deliberadamente injusta, desde os alojamentos de “solteiros” dentro dos canteiros, os cortiços e pensões improvisadas nos “beiradões”, cidades livres do outro lado do rio ou do alambrado, até os confortáveis hotéis de trânsito, clubes e salões exclusivos para executivos e engenheiros, eventualmente

**HÁ, NO BRASIL,
CASOS DE
SISMOS
INDUZIDOS
PELA
CONSTRUÇÃO
DE BARRAGENS**

pesquisadores oficialmente recebidos. Lá dentro do perímetro administrativo, tudo sob regras de comportamento, bem policiado, com numerosos informantes circulando; lá fora, nos alojamentos, nas redondezas, nas firmas sub-contratadas, a “selva sem lei”, os agenciadores e oportunistas fazem o que querem – ou quase isso – com os milhares de desempregados, expulsos da terra, peões itinerantes tentando obter alguma migalha.

Por isso, mega-obras devem ser analisadas como campos de ação dos interesses de classes e de grupos sociais. Como cenário de disputas de excelentes oportunidades de lucros e exercício de poder em âmbito extra-local e extra-nacional, combustível clássico da cadeia financeira e produtiva da obra, ao mesmo tempo nas suas duas pontas – a de fornecimento durante a construção e a de despacho de eletricidade depois de pronta e operacional, ou seja, na etapa de avanço de capital e na etapa de realização da mercadoria a ser produzida. Dentre tais competições e coligações entre interesses distintos, chama especialmente a atenção uma série de disputas prévias sobre o próprio projeto: onde será feito, se pode ser alhures ou não? Quem contratará serviços? Quem será empregado? Quais as cotas (altitudes) e locais atingidos?

E mais: a boataria deliberada e em parte incontrollável, sobre as indenizações e preços de aquisição de glebas de terra e de benfeitorias, sobre o licenciamento, sobre as compensações a serem oferecidas. Uma transformação radical, já vivida em outros locais e em outros tempos da história, é expressa por uma seqüência na qual podemos entrever a acumulação primitiva capitalista, um tipo de espasmo, rápido e intenso – que dura vários anos nas obras menores, uma a duas décadas nas maiores.

É mais, porém, do que uma fase pioneira, é continuidade do processo histórico capitalista: as grandes obras vão demarcando os ciclos de acumulação ao longo dos quase três séculos que está durando este sistema político e econômico. Primeiro ferrovias, estaleiros e portos, canais, pontes, túneis, depois as barragens, os grandes eixos de transporte e de comunicação, as mega-fábricas, refinarias, montadoras de veículos e de aparelhos. Como a dominação é sempre também política, boa parte destes surtos e ciclos é baseada em informação privilegiada: p.ex. alguns sabem antes dos demais qual a posição do eixo do barramento naquele ponto preciso do rio, quais os terrenos serão afogados até qual cota de altitude. A acumulação de capital em poucas mãos se instrumenta por meio de negociações entre partes desiguais; são muitos os que acabam sendo prejudicados. Mas são individualmente fracos, envolvidos a contra-gosto em transações forçadas; pessoas, famílias e até cidades inteiras sendo objetos de logro, de traição, de ameaças. Informação privilegiada, desigualdade notável nas negociações, poder de fogo, estas são marcas de um processo conhecido como acumulação primitiva, com os métodos típicos da expropriação de bens materiais e simbólicos das pessoas e da espoliação de comunidades humanas, aldeias, etnias.

Do lado dominante, são poderosos os meios de execução das ações: como impedir que uma carga de explosivos detone uma laje rochosa se isto já está programado e decidido? Quem resistirá a uma moto-niveladora que está arrasando um pomar e uma casa, cujos donos não tiveram como fazer valer sua recusa? Quem modificará o fechamento ou a abertura de uma comporta cuja operação está secando o rio a jusante ou, ao contrário, está baixando o nível da represa? Nesses dois casos, a operação da usina provoca prejuízos sérios para os agricultores e outras atividades beira-rio e beira-represa, e o que podem eles fazer quando estas manobras técnicas operacionais vêm determinadas por um *board* de despachantes – vendedores de eletricidade funcionando no Rio de Janeiro ou em Brasília?

A cada canteiro de obras, introduzem-se “para sempre” novas noções e novos valores da mercantilização, pois terras, benfeitorias, patrimônios passam a ser vistos apenas como dinheiro, e por fim, a mercantilização da própria força de trabalho e de muitas relações sociais. O investimento em si, o avanço de capital nas contratações de serviços e nas compras de insumos criam novas oportunidades de negócios assanhando as contas feitas nos gabinetes das direções financeiras e industriais. Dentro do alambrado, para dentro das guaritas, a nova lógica é o assalariamento de grandes contingentes, e assim, em poucos anos, já temos já os ingredientes básicos de uma sociedade organizada a partir das empresas capitalistas e entorno delas. Processo que poderá ser novamente observado no Brasil, especialmente em Porto Velho, capital de Rondônia, caso deslanchem as mega-obras no rio Madeira, as usinas projetadas Santo Antônio e Jirau, em fase de licenciamento e de montagem de financiamento (15). Descontadas as partes polpudas de pagamentos feitos para grandes fornecedores de equipamentos pesados e materiais especiais, lá longe, ainda haverá um fluxo notável de dinheiro novo para os negócios locais. A circulação local de uma parte desta grande massa salarial alimenta quase tudo no entorno, farmácias, botecos, prostíbulos e lotéricas, e ainda vai sobrar uma parte para as remessas que fazem os dali para suas famílias de origem, lá longe, e outra parte para os pequenos investimentos que peões ou engenheiros do canteiro possam fazer alhures, numa fazendola, ou numa casa na capital.

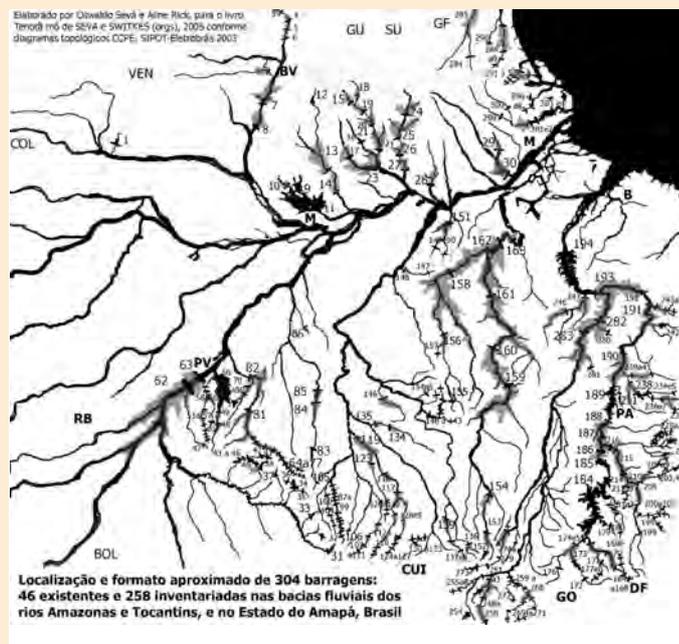
Quando analisamos um conjunto de obras, num certo período da história do país, feitas ao mesmo tempo em diversas regiões, fica a certeza de que elas expressam métodos de conquista política e de colonização cultural por parte de grupos e de valores externos, “de fora”, visando à ampliação de sua hegemonia. Nos últimos anos, todas as inaugurações de hidrelétricas, mesmo pequenas, e até mesmo uma simples partida de mais um grupo turbo-gerador, costumam contar com a presença do presidente e ministros da República, governadores de estado, todos reafirmando a importância da eletricidade para o progresso, nos advertindo dos “riscos de outro racionamento de energia, se os investimentos não prosseguirem”, louvando os empregos ofertados pelas empreiteiras. Inaugurações de hidrelétricas há cento e vinte anos são eventos eleitorais, e têm sido cobertos pelos jornais, revistas, os boletins das empresas e dos sindicatos, rádios e TVs.

TANTOS LADOS DO MESMO PROBLEMA Até os anos 1980, os moradores rurais duramente atingidos, expulsos por obras de hidrelétricas no Brasil eram vítimas da chamada “remoção hidráulica”, conforme mencionou numa reunião de pesquisadores em 2005 uma autoridade do setor (16). Ou então eram remanejados a grandes distâncias, induzidos a comprar lotes de empresas de colonização – como os atingidos de Itaipu (3) – ou foram levados para áreas de colonização oficial como os de Sobradinho, na Serra do Ramalho (BA). Naquela década tão profícua em movimentação política, os atingidos de várias obras foram incentivados por padres, pastores, bispos, agentes de entidades como a Comissão Pastoral da Terra (CPT) e o Conselho Indigenista Missionário (Cimi), a Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag) e o Departamento Nacional de Trabalhadores Rurais da Central Única dos Trabalhadores (CUT). Em 1991, foi fundada uma federação nacional composta por movimentos de moradores, sitiante e pequenos fazendeiros, posseiros e trabalhadores rurais e volantes, e moradores urbanos das áreas já atingidas e mais aqueles dos locais ameaçados pelas conseqüências de projetos anunciados de hidrelétricas, hoje conhecida como MAB,

Imagens: Oswaldo Sevá, outubro 1985.



O “buracão” principal do canteiro de obras da casa de máquinas da hidrelétrica de Itaparica, da Chesf, no rio São Francisco, PE / BA. A usina foi inaugurada em 1988, com capacidade máxima 2.500 Megawatts, e provocou a expulsão de cerca de 40 mil pessoas incluindo a sede do município de Petrolândia (PE).



Movimento Nacional dos Trabalhadores Atingidos por Barragens (<http://www.mabnacional.org.br>).

No final da mesma década, formou-se, pela ação da diplomacia internacional e pressão de ONGs de vários países, uma Comissão Mundial sobre as Barragens, a World Commission on Dams (WCD), com patrocínio da ONU, e que aglutinou muitas informações em vários países sobre os problemas de tais obras, e produziu no ano de 2000 um relatório volumoso e rigoroso (17), marcado pela precaução e pela crítica ao modelo dominante até então (18) (disponível em <http://www.dams.org>).

Eis aqui uma pequena amostra de um portentoso acervo histórico, científico, cultural, onde se registra um acúmulo de eventos sociais e tecnológicos marcantes. A análise deste acervo e destes eventos é que nos vai permitindo qualificar as probabilidades de ocorrência de problemas graves, mesmo em obras que ainda não existem, que ainda são projetos e que pela lógica, poderiam ser abandonados.

Portanto, o interesse deste conhecimento histórico e desta memória profissional e social não é meramente acadêmico. O conhecimento crítico deveria se contrapor a essa pobreza intelectual, a esse maniqueísmo, e ganhar a “pauta” da agência reguladora da eletricidade, a Aneel, e das agências federal e estaduais que concedem licenças ambientais. Mas, pela lógica, também isso não ocorrerá, pois sua função ideológica é justamente essa, de impor a opção barrageira enquanto for possível, sem jamais explicitar as razões verdadeiras. Até hoje não reconhecem que a majestosa Tucuruí, que logo chegará a quase oito milhões de kW instalados, foi feita para fundir alumínio e beneficiar minérios, com os consumidores brasileiros bancando os rombos de contratos lesivos da Eletronorte com as indústrias consumidoras de energia.

Os cidadãos prejudicados e os patrimônios naturais e construídos que serão destruídos pelas obras, são vistos, nos estudos e pareceres guiados pela razão hidrelétrica cega, como “interferências” em suas obras. O fato de existirem pessoas com posses e direitos, trabalhando na área, a serem respeitadas, e patrimônios a serem defendidos, é estigmatizado como um “entrave”.

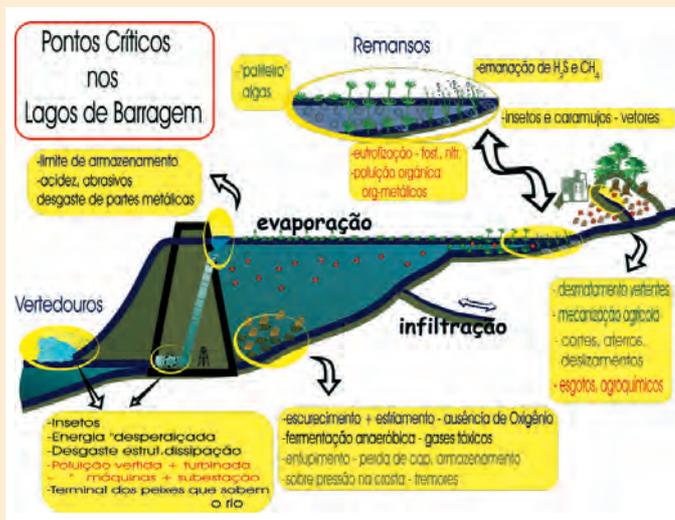
UM FUTURO NÃO TÃO DEFINIDO Vai continuar se expandindo a hidroeletricidade? Sim, abstratamente poderia prosseguir até que todos os rios estivessem barrados em seus pontos mais favoráveis; na prática, ocorre o inverso, vão minguando os melhores “eixos” barráveis. Se prosseguir a disseminação de novas obras, os conflitos se agravarão.

A discussão de política energética é relevante, não nos cabe negar a pauta, só que é hoje bem outra a conversa, pois o Estado pesa cada vez menos, e os lucros vão cada vez mais para fora do país.

As limitações estão postas também pela luta política dos atingidos e outros vizinhos e usuários do rio, com a participação de dissidentes e setores da opinião pública e da opinião especializada (vários professores universitários, algumas associações profissionais, assessores de ONGs e de movimentos de atingidos) e ainda de algumas personalidades intelectuais e culturais. Se nos anos 1940, o grande músico popular Luiz Gonzaga fez e cantou seu baião de homenagem as usinas Paulo Afonso, em 1982, o poeta Carlos Drummond de Andrade conseguiu publicar sua indignação poética pelas Sete Quedas de Guaíra condenadas a submergir sob a represa de Itaipu.

Não só os gerentes do setor elétrico e os acadêmicos, mas também jornalistas, escritores e cineastas põem hidrelétricas na berlinda, elogiando ou criticando. As epopeias e os dramas das obras tornaram-se matéria-prima de documentários de época e de filmes nos EUA (19) e também no Brasil (20). Para qualquer ampliação, temos que nos basear nos preceitos da Constituição de 1988: o rio é um bem público, usar águas depende de outorga; se houver terra indígena afetada, depende de autorização expressa dos índios e do Congresso Nacional; fazer usina depende de licença ambiental; desapropriar terras e benfeitorias depende de competências legais e deve seguir padrões econômicos aceitáveis e rituais jurídicos...e assim por diante.

Quanto aos monumentos fluviais e locais sagrados perdidos, não se trata de estudar “impactos”, nem haveria qualquer efeito positivo decorrente do fato físico - territorial. Qual a compensação, afinal, pela perda das Sete Quedas de Guaíra, o maior desnível cavado pelo grande rio Paraná? E, pelo desapareci-



mento do Canal de São Simão no rio Paranaíba, divisa entre Minas Gerais e Goiás? E da Cachoeira e arquipélago do Marimbondo, no rio Grande? E pela adulteração do mais longo, profundo e volumoso *canyon* brasileiro, Xingó, que começava após as quedas do rio São Francisco em Paulo Afonso? Em nome da ciência, e pela cultura, pelo progresso de ambas, encaremos de frente, isto sim, o fato de que uma mega-obra hidrelétrica provoca alterações de grande porte na natureza e uma transformação radical na sociedade. E nos reconfortemos, sem baixar a guarda, pois a era do “cada vez mais grandes hidrelétricas” está bem mais próxima de seu fim do que destila a sua cara e insistente propaganda.

Oswaldo Sevá é engenheiro mecânico de produção, doutor em geografia humana pela Universidade de Paris-I e professor do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica e do curso de pós-graduação em antropologia social do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atua como colaborador eventual do Ministério Público e de entidades de atingidos e ambientalistas.

NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mc Cully, P. *Silenced rivers. The ecology and politics of large dams*. Zed Books, London (in association with IRN, Berkeley, CA, and *The Ecologist*), London, 2001.
2. A expressão “barrageiro” é utilizada no Brasil por muitos engenheiros das empresas de eletricidade, de construção civil e de fabricação de equipamentos eletromecânicos, mas, originalmente, era identificada aos técnicos e peões dos canteiros de obras de usinas. A caracterização de um conglomerado de grupos capitalistas de setores conexos e interdependentes, pivotados pelo capital financeiro elétrico, é, no Brasil, uma noção incipiente. Contudo, em língua inglesa a expressão *dam industry* é usada por pesquisadores e no discurso ativista dos atingidos e dos ambientalistas. P.ex., McCully (1). E também na internet, o site da International Rivers, uma frente de ONGs e movimentos, com sede em Berkeley, Califórnia. Disponível em: <http://internationalrivers.org>
3. Germani, G. *Expropriados. Terra e água: o conflito de Itaipu*. Editora UFBA e Editora da Ulbra, Salvador, 2003.
4. Informes sobre os problemas e conflitos havidos na construção da maior hidrelétrica mundial, Three Gorges, na China. Disponível em: <http://www.threegorgesprobe.org>
5. Usina termelétrica é um conjunto movido por máquinas que convertem calor da queima de combustíveis em eletricidade, sejam caldeiras que geram vapor aproveitado depois em máquinas a pistão ou em turbinas; sejam motores ou turbinas movidos pela expansão de gases quentes.
6. Goldsmith, E., Hildyard, N. *The social and environmental effects of large dams*, The Sierra Club Books, San Francisco, CA., 1984.
7. Scudder, T. *The future of large dams - Dealing with social, environmental, institutional and political costs*. Earthscan, London, 2005.
8. Fearnside, P. “Hidrelétricas projetadas no rio Xingu como fontes de gases do efeito estufa: Belo Monte (Kararaó) e Babaquara (Altamira)”. In Sevá Fo. A. O. (org) *Tenotã Mõ. Alertas sobre as conseqüências dos projetos de hidrelétricas no rio Xingu*, São Paulo: IRN - International Rivers Network, pp. 204-241, 2005.
9. Mioto, J. A. *Mapa de risco sísmico do Sudeste brasileiro*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), São Paulo, 1984; posteriormente, algumas de suas análises e figuras também foram publicadas na revista *Ciência Hoje*.
10. Essas pessoas contraíram hepatotoxicoses, devido à ingestão ou contato com a água da represa, em locais próximos à antiga cidade de Petrolândia, submersa poucos dias antes, sem as devidas medidas de limpeza e descontaminação de esgotos, fossas e cemitério. Análises da água provaram a concentração de algas pigmentadas e de cianobactérias (gêneros *Anabaena sp.* e *Mycrocistis sp.*) mencionado em Confalonieri e outros, “Novas perspectivas para a saúde ambiental: a importância dos ecossistemas naturais”, pp. 41-47 In: *II Seminário Nacional de Saúde e Ambiente*, RJ, de 9 a 13 de junho de 2002, Série Eventos Científicos 4, Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz, 2002).
11. Seva Fo. A. O. (organizador) *Tenotã Mõ. Alertas sobre as conseqüências dos projetos de hidrelétricas no rio Xingu*. São Paulo: IRN - International Rivers Network, 2005. Arquivo em www.fem.unicamp.br/~seva
12. Zhouri, Laschefski, Pereira (orgs) *A insustentável leveza da política ambiental. Desenvolvimento e conflitos socioambientais*. Editora Autêntica, Belo Horizonte: 2005. E também Goodland, R. “Evolução histórica da avaliação de impacto ambiental e social no Brasil: sugestões para o complexo hidrelétrico do Xingu” pp 175-191 de Sevá Fo., A. O. (org), aqui citado.
13. Rothman, F. (editor) *Vidas alagadas. Conflitos socioambientais, licenciamento e barragens*. Editora UFV, Viçosa, 2008.
14. Seva Fo. A. O. “Conhecimento crítico das mega-hidrelétricas: para avaliar de outro modo alterações naturais, transformações sociais e a destruição dos monumentos fluviais”, Anais do 2º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (Anppas), Indaiatuba, SP, 2004. Arquivo em www.fem.unicamp.br/~seva
15. Sobre o licenciamento, a implantação e os ameaçados pelos projetos das usinas Santo Antônio e Jirau, Rondônia, rio Madeira consultar os sites na internet: <http://www.infraest-energ-sudamerica.org/home>; <http://www.riosvivos.org.br>; <http://www.riomadeiravivo.org>; <http://www.fobomade.org.bo>
16. O então diretor geral da Agência Nacional de Energia Elétrica, engenheiro civil Jerson Kelman, convidado como palestrante no Encontro Ciências Sociais e Barragens, na UFRJ, em junho de 2005, alegou que a situação dos atingidos atualmente seria até boa, comparando-se com a época em que eram objeto de “remoção hidráulica” por parte das empresas que construíam as barragens.

17. WCD -World Commission on Dams. *Dams and development. A new framework for decision-making*. The Report of the World Commission on Dams, Earthscan Publications, London: 2000.
18. Na síntese feita por McCully: "A publicação em novembro de 2000, do relatório da Comissão Mundial de Barragens, feriu o orgulho pessoal e profissional de muitos na indústria das grandes barragens. A WCD criticou não somente o fraco desempenho dos projetos de grandes barragens, como também a corrupção, a incompetência institucional e os interesses velados que parecem impulsionar tais projetos.(...) Os mais importantes governos construtores de barragens, as associações industriais e o Banco Mundial trabalharam em conjunto para elaborar um discurso novo, pós-WCD, apresentando a grande barragem como renovável, não agressora do clima, e como uma alavanca para o alívio da pobreza". Extraído de "Backlash! Shock of WCD spurs the big dam industry into action". *World Rivers Review*, October 2003. Uma posição intermediária, ainda pró-barragens, porém reformista e atenta aos direitos civis e à lógica dos custos, é bem expressa pela obra de referenciada de Thayer Scudder, consultor da USAID, de ONGs internacionais, do Banco Mundial e que foi um dos comissários da WCD.
19. Nos anos 1930 a 1940, a obra Hoover Dam no rio Colorado, próximo do Grand Canyon e de Las Vegas; e as obras da Tennessee Valley Authority, retratadas no filme de Elia Kazan *Wild River*, cujo *happy end* é o casamento entre uma moradora atingida pelas obras e um engenheiro da empresa! Nos anos 1970, na mesma bacia do Tennessee, em sua parte alta, nos Montes Apalache, no percurso de um trecho de rio que seria represado, passa-se o enredo de outro filme: *Deliverance*; e no Noroeste, o filme *Northfork*, enredo de Mark e Michael Polish sobre drama real da cidade e área rural atingidas em Northfork, no final dos anos 1940.
20. Por aqui, poucos exemplos: o valioso *Repórter especial: Kararaô, um grito de guerra*, de Delfino Araújo, TV Cultura, 1989, sobre o primeiro "pacote" de mega-projetos no Xingu; uma telenovela global (*Fogo sobre terra*) usava o canteiro de obras como cenário e no centro da trama estavam as terras, fazendas e a cidade de Divinéia, que iam ser "alagadas". Uma ficção baseada na história do interior do Rio de Janeiro e da política brasileira, desde os anos 1950, tendo no pivô dos conflitos uma cidadezinha e fazendas destinadas a submergir na represa da futura usina, está no filme *A terceira morte de Joaquim Bolívar*, de Flávio Cândido, 1999.

Red Latinoamericana contra Represa. Disponível em: <http://www.redlar.org>
 Rivers Watch East and Southeast Asia. Disponível em: <http://www.rwesa.org>
 Sobre a implantação da usina Yaciretá, rio Paraná, fronteira Paraguai-Argentina, ver o site da entidade Taller Ecologista <http://www.taller.org.ar/Energia>
 Sobre os projetos de hidrelétricas nos rios Ribeira do Iguape (PR e SP) e Xingu (MT e PA), consultar o site do Instituto Sócio Ambiental em: <http://www.socioambiental.org>

SITES INDICADOS NA INTERNET

Coordinadora de Afectados por Grandes Embalses y Trasvases, da Espanha. Disponível em: <http://ww.coagret.com>
 Entidades do rio Paraná (pesca, planície e humedales do baixo vale). Disponível em: <http://www.proteger.org.ar>
 Federação de entidades, Brasil, bacia do Prata e Pantanal. Disponível em: <http://www.riosvivos.org.br>
 Friends of Narmada River, Índia. Disponível em: <http://www.narmada.org>
 Movimento contra projetos de usinas na Patagônia chilena. Disponível em: <http://ww.patagoniasinrepresas>
 Movimento mexicano de Afectados por las Presas y en Defensa de los Ríos. Disponível em: <http://www.mapder.org>

ENERGIA

Etanol e hidrogênio: uma parceria de futuro para o Brasil

A crescente busca mundial pela redução dos impactos ambientais globais tem conduzido os países à diminuição das emissões e ao aumento da participação das fontes renováveis de energia em suas respectivas matrizes energéticas. No caso específico da redução das emissões de gás carbônico, além de um uso mais eficiente dos combustíveis fósseis procuram-se maneiras de evitar a emissão desse gás (por ex. através do sequestro do carbono) e a substituição desses combustíveis por outros de origem renovável, como o etanol e o biodiesel. Neste cenário a combinação do etanol e do hidrogênio resulta em um dos mais interessantes sistemas energéticos disponíveis.

Por não ser encontrado livre na natureza, o hidrogênio deve ser produzido a partir de um insumo químico que possua esse elemento, como a água ou os hidrocarbonetos, e uma fonte de energia térmica e/ou elétrica, que pode ou não ser renovável. Sua obtenção a partir de fontes fósseis, como o carvão, derivados de petróleo e gás natural, representa uma forma menos impactante desses energéticos, enquanto que a partir de fontes renováveis, como a hidroeletricidade e a biomassa, representa uma das formas menos agressivas ao meio ambiente disponíveis. Quando utilizado em motores de combustão interna ou turbinas, apesar das menores emissões de

poluentes e nenhuma emissão de gás carbônico, o hidrogênio não apresenta ganhos de eficiência em relação aos combustíveis tradicionais. Porém, quando empregado em células a combustível, além de emissões quase desprezíveis esse combustível pode ser empregado com até 50% de eficiência.

A obtenção do hidrogênio a partir do etanol pode ser realizada através de diversos processos, entre eles o de reforma-vapor, no qual este composto reage quimicamente com a água, produzindo uma mistura gasosa cujo componente principal é o hidrogênio. A eficiência desse processo situa-se na casa dos 80%. Uma vez disponível, esse hidrogênio pode ser utilizado energeticamente em motores de combustão interna, turbinas a gás e células a combustível. Este último dispositivo é um reator eletroquímico que converte o hidrogênio e o oxigênio do ar em eletricidade, calor e água, com elevada eficiência de conversão (em torno de 50%). A energia elétrica produzida nas células a combustível pode ser empregada para uso veicular, caracterizando-se como uma forma alternativa do uso do etanol em veículos de passeio. Pode ser empregada também em aplicações aonde o etanol não vem sendo utilizado diretamente, como veículos pesados (ônibus e de carga) e geração distribuída de eletricidade (sistemas isolados e rurais, sistemas complementares à rede elétrica, de segurança, etc). Como se pode perceber, a eficiência global da combinação etanol, hidrogênio e veículos com células a combustível está



Reformador de etanol e da célula a combustível instalado na comunidade Pico do Amor, Cuiabá (MT)

por volta de 40%, quase o dobro daquela verificada nos veículos com motores de combustão interna a álcool (cerca de 25%), sendo que em todo seu ciclo de produção e utilização não há praticamente nenhuma emissão de poluentes. Portanto a associação do etanol e do hidrogênio representa a forma mais eficiente e menos impactante de utilização desse biocombustível, praticamente dobrando sua disponibilidade para substituição de combustíveis não renováveis em todo mundo, o que poderá significar para o Brasil, além da posição de maior produtor, também a de maior exportador de energia renovável do mundo.

*Ennio Peres da Silva
é coordenador do Laboratório de Hidrogênio (LH2) da Unicamp e pesquisador do Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (Ceneh)*

NOME DO GRUPO

NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE ESTUDOS EM MEIO AMBIENTE, ENERGIA E SOCIEDADE

LÍDER(ES) DO GRUPO

PAULO JORGE MORAES FIGUEIREDO
RODOLFO ANDRADE DE
GOUVEIA VILELA

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LINHAS DE PESQUISA

Análises socioambientais, energéticas e de risco à saúde do trabalhador

INSTITUIÇÃO

UNIMEP

ENDEREÇO

Rodovia Santa Bárbara-Iracemópolis,
Km 01, Campus Unimep – Santa
Bárbara D'Oeste – SP
CEP: 13450-000
Tel: (19) 3124.1785/Fax: (19) 3455.1361
E-mail: pfigueir@unimep.br
e ravilela@unimep.br

NOME DO GRUPO

ENERGIA E MEIO AMBIENTE

LÍDER(ES) DO GRUPO

ALCIDES PADILHA
VICENTE LUIZ SCALON

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA MECÂNICA

LINHAS DE PESQUISA

Aproveitamento energético; Armazenamento térmico; Formas alternativas de energia; Simulação numérica de dispositivos

INSTITUIÇÃO

UNESP

ENDEREÇO

Av. Luiz Edmundo C. Coube, 14-01
CEP: 17033-360 – Bauru – SP
Tel: (14) 3103.610 /Fax: (14) 3103.6101
E-mail: padilha@feb.unesp.br

NOME DO GRUPO

GRUPO DE MEIO AMBIENTE, UNIVERSALIZAÇÃO, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ENERGIAS RENOVÁVEIS (G-MUDE)

LÍDER(ES) DO GRUPO

OSVALDO LIVIO SOLIANO PEREIRA

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA ELÉTRICA

LINHAS DE PESQUISA

Problemas regulatórios e suas intercessões com as questões ambientais; Universalização dos serviços de energia elétrica e geração de energia elétrica baseada em fontes renováveis

INSTITUIÇÃO

UNIFACS

ENDEREÇO

Rua Ponciano de Oliveira, 126
Salvador – BA – CEP: 41950-275
Tel: (71) 3330.4619/Fax: (71) 3330.4666
E-mail: osoliano@unifacs.br

NOME DO GRUPO

CENTRO INTERDISCIPLINAR DE ENERGIA E AMBIENTE (CIENAM)

LÍDER(ES) DO GRUPO

JAILSON BITTENCOURT DE ANDRADE
MILTON JOSÉ PORSANI

ÁREA PREDOMINANTE

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA; QUÍMICA

LINHAS DE PESQUISA

Geração e uso eco-eficiente de energia; Combustíveis fósseis e provenientes de biomassa; Impactos ambientais; Produção limpa; Nanotecnologia e novos materiais; Regulação e gestão.

INSTITUIÇÃO

UFBA

ENDEREÇO

Rua Basílio da Gama, s/n
Salvador – BA – CEP: 40110-040
Tel: (71) 3361974/Fax: (71) 3363563
E-mail: cienam@ufba.br

NOME DO GRUPO

PROGRAMA INTERUNIDADES EM PÓS GRADUAÇÃO EM ENERGIA

LÍDER DO GRUPO

JOSÉ AQUILES BAESSO GRIMONI

Área predominante

INTER/MULTIDISCIPLINAR

LINHAS DE PESQUISA

Planejamento integrado de recursos energéticos; Análise econômica e institucional de sistemas energéticos; Fontes renováveis e não-convencionais; Energia, sociedade e meio ambiente

INSTITUIÇÃO

IEE/USP

ENDEREÇO

Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289
São Paulo – SP – CEP: 05508-010
Tel: (11) 3091.2500
E-mail: aquiles@pea.usp.br

NOME DO GRUPO

GRUPO DE PESQUISA ENERGIA RENOVÁVEL SUSTENTÁVEL (GPERS)

LÍDER DO GRUPO

ARTUR DE SOUZA MORET

Área Predominante

ENERGIA RENOVÁVEL

Linhas de pesquisa

Eficiência energética; Energia e desenvolvimento sustentável;

Instituição

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR

ENDEREÇO

Rod. BR. 364, km 9,5
Porto Velho – RO – CEP: 78900-000
Tel: (69) 2182-2133
E-mail: amoret@unir.br

NOME DO GRUPO

GRUPO DE ESTUDOS AVANÇADOS
EM ENERGIA E AMBIENTE (GREA)

LÍDER(ES) DO GRUPO

ARMANDO DE AZEVEDO
CALDEIRA PIRES
ANTONIO CÉSAR PINHO BRASIL JR

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA
MECÂNICA

LINHAS DE PESQUISA

Ciclos de turbinas a gás; Combustão,
gaseificação e propulsão; Ecologia
industrial; Escoamentos ambientais;
Hidrodinâmica de máquinas hidráulicas

INSTITUIÇÃO

UNB

ENDEREÇO

Prédio da Faculdade Tecnologia, Bloco
C, Dep. Eng. Mecânica Brasília – DF
CEP: 70910-900
Tel: (61) 3307.2314/Fax: (61) 3307.2978
E-mail: armandcp@unb.br

NOME DO GRUPO

NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (NIPE)

LÍDER DO GRUPO

LUIZ ANTONIO ROSSI

ÁREA PREDOMINANTE

MULTIDISCIPLINAR

Linhas de pesquisa

Regulação; Planejamento energético;
Meio ambiente e energia

INSTITUIÇÃO

UNICAMP

ENDEREÇO

Rua Shigeo Mori, 2013 – Campinas –
SP – CEP: 13083-770
Tel: (19) 3289.3125/Fax: (19) 3289.7787
E-mail: rossi@agr.unicamp.br

NOME DO GRUPO

GRUPO DE ENERGIA, BIOMASSA
E MEIO AMBIENTE

LÍDER(ES) DO GRUPO

AUGUSTO CÉSAR DE MENDONÇA
BRASIL GONÇALO RENDEIRO

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA
MECÂNICA

LINHAS DE PESQUISA

Desenvolvimento e disseminação
do conhecimento no uso de recursos
naturais renováveis para geração
de energia sustentável

INSTITUIÇÃO

UFPA

ENDEREÇO

Rua Augusto Corrêa, 01 – Belém – PA
CEP: 66075-110
Tel: (91) 32017.959/Fax: (91) 32017.959
E-mail: rendeiro@ufpa.br

NOME DO GRUPO

ENERGIA E MEIO AMBIENTE

LÍDER(ES) DO GRUPO

ALESSANDRA MAGRINI
ROBERTO SCHAEFFER

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO

LINHAS DE PESQUISA

Balanco e matriz energética; Eficiência
energética; Eficientização hídrica;
Gerenciamento de resíduos sólidos
e reuso; Gestão ambiental de bacias
hidrográficas; Gestão ambiental
pública e privada; Mercado de
petróleo e gás

INSTITUIÇÃO

UFRJ

ENDEREÇO

Centro de Tecnologia, Bloco C – Sala
211, Cidade Universitária – Rio de
Janeiro – RJ – CEP: 21941-972
Tel: (21) 25628.7602/Fax: (21) 2562.8777
E-mail: ale@ppe.ufrj.br

NOME DO GRUPO

ENERGIA E MEIO AMBIENTE

LÍDER(ES) DO GRUPO

OMAR SEYE
RUBEM CESAR RODRIGUES SOUZA

ÁREA PREDOMINANTE

ENGENHARIAS; ENGENHARIA ELÉTRICA

LINHAS DE PESQUISA

Análise de ciclo de vida; Energia e
meio ambiente; Energia renovável;
Fontes alternativas de energia;
Geotecnia ambiental

INSTITUIÇÃO

UFAM

ENDEREÇO

Av. Gen. Rodrigo O. J. Ramos, 3000
Campus Universitário – Manaus – AM
CEP: 69077-000
Tel: (92) 3647.4416/Fax: (92) 3647.4416
E-mail: omar_seye@hotmail.com
e seye62omar@yahoo.com

NOME DO GRUPO

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

LÍDER DO GRUPO

SINCLAIR MALLET GUY GUERRA

ÁREA PREDOMINANTE

INTER/MULTIDISCIPLINAR

LINHAS DE PESQUISA

Desenvolvimento, impactos e
conflitos políticos e socioambientais;
Geopolítica e estratégias energéticas;
Planejamento de sistemas energéticos

INSTITUIÇÃO

CECS/UFABC

Endereço

Rua Catequese, 242 – 10ª – Santo
André – SP – CEP: 09090-400
Tel: (11) 4437-8494
E-mail: sguerra@ufabc.edu.br

HERBIVORIA E ANATOMIA FOLIAR EM PLANTAS TROPICAIS BRASILEIRAS

Priscila Gomes Corrêa
Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel
Jarcilene Silva de Almeida Cortez
Haroudo Satiro Xavier

Os insetos são os principais consumidores da produção primária terrestre, constituindo cerca de 80% da vida animal e, aproximadamente, um terço de todas as espécies conhecidas (1). Apresentam hábito herbívoro, ao menos em uma fase do seu ciclo de vida, desempenhando um importante papel ecológico, atuando como predadores, parasitas, polinizadores, fitófagos, entre outros (2). São indicadores de impacto ambiental e influenciam os efeitos da fragmentação da vegetação, por responderem rapidamente às alterações da qualidade e quantidade dos recursos disponíveis, e alterar as relações com os inimigos naturais (3).

No entanto, as plantas não são passivas às injúrias causadas por agentes bióticos e não-bióticos e desenvolveram mecanismos de resposta (4;5). As defesas são classificadas em defesas químicas, incluindo diversas substâncias tóxicas, repelentes ou que dificultam a digestibilidade do tecido vegetal pelo animal; e defesas físicas, relacionadas à superfície foliar, especialmente os tricomas e a cutícula (6;7).

Características estruturais foliares influenciam a distribuição e o ataque dos fitófagos (8). O conhecimento dessas características estruturais favorece a compreensão: das relações interespecíficas, da preferência de fitófagos por determinadas espécies e definição de possíveis padrões ana-

tômicos determinantes dos níveis de herbivoria na planta. Este artigo é uma revisão de literatura acerca das estratégias foliares desenvolvidas pelas plantas capazes de minimizar a susceptibilidade à predação por insetos herbívoros.

INTERAÇÃO PLANTA-ANIMAL Relações entre predador-presa, herbívoro-planta e parasita-hospedeiro são fundamentais na distribuição e na abundância das espécies, através do tempo e do espaço e adaptações responsáveis pela diversidade (2). As interações plantas-herbívoros têm profundas implicações, para a ecologia e os processos evolutivos (2;6) e influenciam, de modo significativo, a sucessão ecológica (9;10), por provocarem numerosos efeitos negativos no crescimento e capacidade reprodutiva das plantas, reduzindo sua habilidade competitiva (11;12). A fragmentação da vegetação favorece o estabelecimento de espécies mais susceptíveis a herbivoria e a redução ou desaparecimento dos inimigos naturais dos fitófagos, induzindo um aumento desordenado das populações dos fitófagos, e uma maior pressão sobre as plantas (13;14;15;16).

Variações na luminosidade e sazonalidade, associadas à idade e altura da inserção da folha na copa da planta, presença de tricomas, cutícula espessada, esclerênquima, maior dureza da folha devido a espessura foliar, da epiderme e do parênquima paliçádico, e metabólitos secundários influenciam as taxas de herbivoria foliar (12;13;14;17;18). A queda na produção de biomassa é consequência da perda progressiva do tecido fotossintético para o herbívoro, reduzindo a longevidade da folha (11;16).

No Brasil, estudos que abordam a herbivoria em ambientes naturais ainda são escassos. Pesquisas no cerrado mostram que, além da ação humana, a desfolha provocada pelos herbívoros determina a densidade das espécies vegetais (19).

Fotos: Cedidas por Jarcilene Cortez



As plantas possuem estratégias e modificações para reduzir a perda de tecido fotossintético causada pela ação de herbívoros

Herbívoros, predadores e dispersores, atuam como pressão seletiva influenciando a periodicidade das fenofases (épocas de crescimento vegetativo, como por exemplo a produção de novas folhas e; reprodução, como período de produção de botões, flores, frutos) das espécies (20).

MECANISMOS DE DEFESA Herbívoros normalmente selecionam as plantas segundo seu conteúdo nutricional. Folhas e flores jovens são frequentemente preferidas, devido ao elevado conteúdo de celulose (16).

As plantas exibem uma variedade de estratégias e modificações a fim de reduzir a perda de tecido fotossintético pelos herbívoros (6;12;15;16). As defesas podem ser constitutivas, quando a planta expressa resistência de forma contínua sem depender da ação de herbívoros, ou induzidas, quando a resistência se expressa somente após a injúria, em alguns minutos, horas ou decorrido uma estação de crescimento (7;21;22).

As defesas físicas (13) ou morfológicas as quais atuam negativamente sobre o inseto (15;16) podem ser depósitos cuticulares, epiderme espessada, abundância de cristais, tricomas, fibras na folha. As defesas químicas, que são metabólitos tóxicos e/ou repelentes, atuam minimizando o dano e reduzindo a palatabilidade (6;8;13;23).

CUTÍCULA E EPIDERME A epiderme foliar é coberta por cutícula lipídica (2), a qual forma uma barreira mecânica contra a

penetração de fungos e a ação de insetos herbívoros (24), sendo a principal defesa física contra estresse biótico e abiótico. A superfície lisa dificulta a fixação e a penetração dos insetos em tecidos vitais, como o parênquima clorofiliano (2;5); uma cutícula mais espessa também dificulta a penetração na folha (5;8;16). A dureza da folha implica em paredes espessadas e/ou feixes de fibras, lignificadas ou não (8;15). Uma epiderme com textura rígida, por deposição de sílica e/ou lignina, é uma barreira mecânica que reduz a oviposição por alguns insetos (5). A cutícula e a epiderme protegem o mesófilo contra a perda de água e os efeitos nocivos dos raios UV (25).

APÊNDICES EPIDÉRMICOS Algumas folhas têm tricomas com formas variadas: unicelulares ou multicelulares, glandulares ou não-glandulares, retos, em espiral ou em gancho, tortuosos, simples, peltados ou estrelados, variando em forma e densidade nos diferentes órgãos da planta. Alguns desenvolvem espessas paredes secundárias, algumas vezes impregnadas com sílica e carbonato de cálcio. Os glandulares acumulam ácidos, terpenos, gomas e/ou taninos. O contato dos insetos com essas substâncias promove repelência, imobilidade dos membros ou, ainda, toxidez, podendo matar o animal (26).

Tricomas são adaptações vantajosas para plantas de ambientes secos, com muita luz ou vento, podendo reduzir a perda de água por transpiração (16;25;26;27). Afetam a ovi-

posição, liberando substâncias ácidas ou apresentam formas celulares que dificultam a locomoção sobre a superfície foliar; funcionam como obstáculo, considerando a densidade, forma e tamanho. Algumas plantas exibem uma correlação negativa entre a densidade de tricomas e as repostas alimentares, indicando uma barreira física (26;28). Podem ser repelentes pelo odor ou sabor por apresentarem terpenos, fenóis ou alcalóides (6;7;8;15;28).

MESÓFILO Alterações na anatomia foliar agem diretamente sobre os fitófagos (2;4;8); o número de camadas do mesófilo contribui para a espessura foliar e o desenvolvimento de esclerênquima, além de hipoderme com células de parede espessada, lignificada ou não, confere maior dureza à folha (2;8;28).

Cristais de oxalato de cálcio no mesófilo, em mais de 215 famílias de angiospermas (29;30;31), são importantes contra a herbivoria, por sua propriedade irritante (30). Folhas de espécies expostas à herbivoria têm maior densidade de cristais, comparadas com as não atacadas (32).

Drusas (pequenos cristais, livremente agregados em grupos mais ou menos esféricos) em tecidos sub-epidérmicos foliares são uma estratégia de adaptação estrutural relacionada ao ambiente em espécies de Melastomataceae (33); elas ampliam o aproveitamento da luz em plantas de locais sombreados (31;32).

DEFESA QUÍMICA Plantas ricas em metabólitos secundários garantem vantagens para a sobrevivência (34). Estes metabólitos são classificados quanto à estrutura química: nitrogenados (alcalóides, aminoácidos não-protéicos e glicosídeos cianogênicos), terpenóides (óleos essenciais, triterpenos, saponinas e glicosídeos cardioativos) e fenólicos (ligninas, flavonóides e taninos) (7;34;35).

Durante muito tempo, os metabólitos secundários foram considerados produtos de excreção do vegetal, sem função definida; alguns auxiliam no ajuste das plantas ao meio (7;16;34). A co-evolução das plantas, insetos, microrganismos e mamíferos conduz à síntese desses metabólitos como defesa ou atração (36). Estima-se que o número desses compostos ultrapasse 400 mil, majoritariamente nitrogenados, terpenóides e fenólicos; podem ser encontrados em várias partes da planta e as concentrações variam com a idade (5;7;36). A produção deve estar relacionada, ao menos parcialmente, com a imobilidade das plantas, visto que

não podem escapar das pressões ambientais pelo movimento; suas únicas defesas são estruturais e a produção e/ou acumulação de substâncias (2;7;16). Alcalóides, terpenóides e glicosídeos facilitam ou dificultam a preferência alimentar por formigas (36;37).

Em muitas plantas, os compostos químicos reduzem a disponibilidade de proteínas para herbívoros; carvalhos e outras plantas armazenam tanino em vacúolos nas folhas. Este composto se liga às proteínas e inibe a digestão, retardando o crescimento de lagartas e outros herbívoros. Insetos que se alimentam de plantas ricas em tanino podem reduzir os efeitos inibitórios deste, pela produção de surfactantes semelhantes a detergentes, em seus fluidos intestinais. Muitos desses compostos interferem em vias metabólicas específicas ou em processos fisiológicos dos herbívoros (7;36).

É evidente a influência dos caracteres estruturais e químicos na associação planta-inseto herbívoro. Apesar das variações intrínsecas às espécies vegetais, esses caracteres são eficientes no comportamento e distribuição de fitófagos nas folhas.

Priscila Gomes Corrêa é bióloga e mestre em botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Jarcilene Silva de Almeida Cortez é professora doutora e pesquisadora do Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Haroudo Satiro Xavier é professor doutor e pesquisador do Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFPE.

Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel é professora doutora em botânica e pesquisadora do Departamento de Biologia-Área de Botânica da UFRPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thomazini, M.J.; Thomazini, A.P.B.W. "A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas". Embrapa Acre, (*Embrapa Acre. Documentos*, 57), Rio Branco. 21pp. 2000.
2. Edwards, P.J.; Wratten, S.D. *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. Fonseca VLI (Trad.) EPU, São Paulo. 71 pp. 1981.
3. Ehrlich, P.R.; Murphy, D.D.; Singer, M.C.; Sherwood, C.B.; White, R.R.; Brown, I.L. "Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to the California drought". *Oecologia* 46: 101-105. 1980.
4. Pinheiro, M.M.; Sandroni, M.; Lummerzheim, M.; Oliveira D.E. "A defesa das plantas contra as doenças". *Ciência Hoje* 147: 111. 1999.
5. Lara, F.M. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. 2 ed. Ícone, São Paulo. 331 pp. 1991.
6. Melo, M.O.; Silva-Filho, M.C. "Plant-insect interaction: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms". *Brazilian Journal of Plant Physiology* 14: 7181. 2002.

7. Harbone, J.B. *Introduction to ecological biochemistry*. 4^a ed. Academic Press, London. 318 pp. 1988.
8. Peeters, P.J. "Correlations between leaf structural traits and the densities of herbivorous insects guilds". *Biological Journal of the Linnean Society* 77: 4365. 2002.
9. Pais, M.P. "Artrópodos e suas relações de herbivoria como bioindicadores nos primeiros estágios de uma recomposição florestal estacional semidecidual em Ribeirão Preto, SP". Tese de doutorado em ciências da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, São Paulo. 115pp. 2003.
10. Lowman, M.D. "Temporal and spatial variability in insect grazing of the canopies of five Australian rainforest tree species". *Australian Journal of Ecology* 10: 724. 1985.
11. Sargers, C.L.; Coley, P.D. "Benefits and costs of plant defense in a neotropical shrub". *Ecology* 76: 18351843. 1995.
12. Coley, P.D.; Barone, J.A. "Herbivory and plant defenses in tropical forests". *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305335. 1996.
13. Lucas, P.W.; Turner, I.M.; Dominy, N.J.; Yamashita, N. "Mechanical defences to herbivory". *Annals of Botany* 86: 913920. 2000
14. Wylie, R.B. "Principles of foliar organization shown by sun-shade leaves, from ten species of deciduous dicotyledonous trees". *American Journal of Botany* 38: 355361. 1951.
15. Fernandes, G.W. "Plant mechanical defenses against insect herbivory". *Revista Brasileira de Entomologia* 38: 421433. 1994.
16. Almeida Cortez, J. "Herbivoria e mecanismos de defesa vegetal". In: Nogueira, R.J.M.C.; Araújo, E.L.; Willadino LG, Cavalcante UMT (Org.). *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Recife. p. 389-396. 2005.
17. Almeida Cortez, J.; Shipley, W. "No significant relationship exists between seedling relative growth rate under nutrient limitation and potential tissue toxicity". *Functional Ecology* 16: 122 127. 2002.
18. Almeida Cortez, J.S.; Shipley, B.; Arnason, J.T. "Growth and chemical defense in relation to resource availability: tradeoffs or common responses to environmental stress?" *Brazilian Journal of Botany* 64: 187 194. 2004.
19. Souza, J.P.; Coimbra, F.G. "Estrutura populacional e distribuição espacial de *Qualea parviflora* Mart. Em um cerrado *sensu strictu*". *Bioscience Journal* 21: 6570. 2005.
20. Talora, D.C.; Morellato, P.C. "Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do Sudeste do Brasil". *Revista Brasileira de Botânica* 23: 1326. 2000.
21. Karban, R.; Meyer, J. "Induced plant responses to herbivory". *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 331348. 1989.
22. Fadini, M.A.M.; Lemos, W.P.; Pallini, A.; Venzon, M.; Mourão, S.A. "Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) induz defesa direta em morangueiro?" *Neotropical Entomology* 33: 293297. 2004.
23. Basset, Y. "Palatability of tree foliage to chewing insects: a comparison between a temperate and tropical site". *Acta Oecologica* 15: 181191. 1994.
24. Kerstiens, G. "Signaling across the divide: a wider perspective of cuticular structurefunction relationships". *Trends in plant science* 1: 124128. 1996.
25. Karabourniotis, G.; Bornman, J.F.; Liakoura, V. "Different leaf surface characteristics of threes grate cultivars affect leaf optical properties as measured white fibre optics: possible implication in stress tolerance". *Australian Journal of Plant Physiology* 26: 4753. 1999
26. Levin, D.A. "The role of trichomes in plants defense". *The Quarterly Review of Biology* 48: 315. 1973.
27. Medeiros, J.D.; Morretes, B.L. "Dimensões da folha e herbivoria em *Miconia caubucu* Hoehne (Melastomataceae)". *Biotemas* 8: 97112. 1995.
28. Wei, J.; Zou, L; Rongping, K.; Liping, H. "Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by pea leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae)". *Zoological Studies* 39: 295300. 2000.
29. Ward *et al.*, 1997 *apud* Molano-Flores, B. "Herbivory and concentrations affect calcium oxalate crystal formation in leaves of *Sida* (Malvaceae)". *Annals of Botany* 88: 387391. 2001.
30. Sunell, L.A.; Healey, P.L. "Distribution of calcium oxalate crystal idioblasts in corms of taro (*Colocasia esculenta*)". *American Journal of Botany* 66: 10291032. 1979.
31. Franceschi & Horner Jr., 1980 *apud* Nakata, P.A. "Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants". *Plant Science* 164: 901909. 2003.
32. Molano-Flores, B. "Herbivory and concentrations affect calcium oxalate crystal formation in leaves of *Sida* (Malvaceae)". *Annals of Botany* 88: 387391. 2001.
33. Souza, R.C.O.S.; Marquete, O. "*Miconia tristis* Spring e *Miconia doriana* Cogn. (Melastomataceae): anatomia do eixo vegetativo e folha". *Rodriguésia* 51: 133142. 2000.
34. Santos, R.I. dos. "Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários". In: Simões, C.M.O.; Schenkel, E.P.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P. de; Mentz, L.A.; Petrovick, P.R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5^a ed. Editora da UFSC/UFSC, Porto Alegre, Florianópolis. p. 403434. 2004.
35. Carvalho, J.C.T.; Gosmann, G.; Schenkel, E.P. "Compostos fenólicos simples e heterosídicos". In: Simões, C.M.O.; Schenkel, E.P.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P. de; Mentz, L.A.; Petrovick, P.R. (Ed.) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Editora da UFRGS/UFSC, Porto Alegre, Florianópolis. p. 519535. 2004.
36. Rhodes, M.J.C. "Physiological roles for secondary metabolites in plants: some process, many outstanding problems". *Plant Molecular Biology* 24: 120. 1994.
37. Simas, V.R.; Costa, E.C.; Simas, C.A. "Principais espécies vegetais herbáceas em locais forrageados e não forrageados por *Atta vollenweideri* Forel, 1983 (Hymenoptera: Formicidae)". *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia* 10: 202213. 2004.

COMUNICAÇÃO

TV CHEGA AOS MEIOS DE TRANSPORTE EM BUSCA DE NOVOS PÚBLICOS

Foi-se o tempo em que assistir televisão era atividade restrita aos momentos de lazer e descanso na tranquilidade do lar. Hoje, as TVs estão por toda parte: no saguão dos aeroportos, na sala de espera do consultório médico e até no celular. Na era da imagem, os aparelhos de televisão ampliaram literalmente sua circulação: já estão presentes até nos transportes públicos.

“As novas mídias buscam alcançar o consumidor onde quer que ele esteja”, aponta Valério Cruz Brittos, professor de ciências da comunicação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). “Essas iniciativas acompanham o movimento geral do desenvolvimento científico e tecnológico da área da informação e das comunicações”, completa Othon Jambeiro, professor do Instituto de Ciência da Informação da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

A tendência mundial de TVs com conteúdos específicos em locais públicos foi percebida pela produtora Estação 8 como uma oportunidade de trazer ao Brasil um produto midiático novo. Segundo Rosa Jonas, produtora executiva da TvTrem, a empresa começou a pesquisar informações e *cases* na Espanha e na Coréia do Sul em 2005. “Nesses países, a mídia em transportes públicos funciona há anos e com muito sucesso”, conta.

Desde outubro de 2007, os passageiros da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) que usam

a linha que liga Osasco ao Grajaú, em São Paulo, podem conferir a programação da TvTrem enquanto esperam nas plataformas para embarcar. TVs de LCD (monitores de cristal líquido) de 32 polegadas veiculam diferentes programações, vídeos, trailers com lançamentos dos cinemas, notícias em tempo real do Portal Terra, boletins da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) e do Climatedo. “Nossa grade está apta a ter, no máximo, 40% de comerciais e 60% de conteúdo jornalístico”, explica Jonas.

No Brasil, a cidade de São Paulo é o grande ícone da tendência de apropriação dos meios de transporte como espaços de divulgação televisiva. É possível encontrar televisores também em ônibus, no metrô e até em

táxis. É o caso da TVTaximania, que opera desde outubro do ano passado. Ao todo, 100 taxistas que trabalham em pontos da região da Faria Lima, Itaim Bibi e Vila Olímpia disponibilizam aos seus passageiros esse produto. Até o final do ano, esse número deve quintuplicar. “Escolhemos essa região para implantar a TV devido ao público circulante, composto por grandes empresários e formadores de opinião”, revela Márcio Costa e Silva, supervisor operacional da Taximania.

PROGRAMAÇÃO Cada carro recebe um monitor de LCD de nove polegadas, acoplado ao encosto traseiro do banco do passageiro, que pode ser desligado pelo motorista em caso de desinteresse do cliente. “A aceitação é muito boa. De cada dez passageiros, apenas dois solicitam que o monitor seja desligado”, enfatiza Silva. A programação de meia hora é renovada a cada 15 ou 30 dias e traz reportagens de quatro minutos intercaladas com intervalos comerciais de 45 segun-



Tv Trem - passageiros aproveitam a espera pelo trem para assistir vídeos e conferir a previsão do tempo

Renata Castello Branco/Diágnosis

dos. “O tempo da programação foi determinado a partir da média de duração das corridas do táxi”, explica o supervisor do projeto. O conteúdo inclui assuntos como cultura, lazer, turismo, esporte, saúde, beleza, humor e cidadania, temáticas compartilhadas pelas demais TVs presentes no transporte da cidade.

A linha editorial da BusTV, por exemplo, prioriza as notícias positivas. “O tema criminalidade é evitado, porque queremos garantir o bem-estar do usuário do ônibus”, diz João Coragem, diretor de expansão e comunicação da empresa. A BusTV foi uma das pioneiras na cidade. Lançada em março de 2007, após fazer sucesso em Portugal, onde foi criada em 2005, conta hoje com duas TVs instaladas em cada um dos 266 ônibus que abrange. Desde março deste ano, a empresa opera também no Rio de Janeiro (com 113 ônibus) e tem franquias em Brasília e Salvador. “Já as operações em Belo Horizonte, Recife e Porto Alegre estavam previstas para começar em junho e, na Colômbia, ainda no terceiro trimestre deste ano”. “Estamos negociando 25 novas praças no Brasil”, contabiliza Coragem.

A programação tem duração de cerca de uma hora e meia, é atualizada diariamente e conta com programas de três a quatro minutos. “Há um tronco de programação geral, mas cada praça tem um percentual de programação local”, explica o diretor. Parceiros, como as ONGs SOS Mata Atlântica e Greenpeace, têm espaço garantido, bem como informes da prefeitura, que tem direito a 10% do tempo, de acordo com a Portaria n.º 79/07.



Fotos: Divulgação

Formadores de opinião são público-alvo da TV Taximania. Bus TV está em 266 ônibus em SP

NOVAS ESTRATÉGIAS É, justamente, em relação ao conteúdo que essas novas mídias encontram os maiores desafios. “Em um momento em que a programação da TV aberta está tão carente de inteligência, essas experiências poderiam crescer e contribuir para inovações de linguagem, enriquecendo o repertório das pessoas, e não simplesmente despejando programação”, avalia Esther Império Hamburger, antropóloga e professora do Departamento de Cinema, Rádio e TV da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (USP).

“Ver TV em casa, em repouso, é diferente de ver TV *en passant*, sem garantia de acompanhar início, meio e fim dos programas usuais”, salienta Othon Jambeiro, da UFBA. Por isso, o conteúdo desses novos suportes de divulgação precisa estar em harmonia com os padrões de atenção e de interesse do telespectador no lugar em que se encontra, algo que não tem ocorrido, afirmam os especialistas. Na opinião de Valério Brittos, a tarefa de reflexão sobre novos conteúdos não cabe apenas aos produtores das TVs, mas também às universidades. Além do conteúdo, outros aspectos das transmissões em espaços públicos costumam ser alvo de críticas,

por exemplo, como o som produzido pela TV. “Trabalhar com a mensagem apenas na imagem é um grande desafio”, enfatiza Renato Levi Pahim, professor de telejornalismo da Pontifícia Universidade Católica (PUC) de São Paulo e coordenador da rede interna de TV. Pensando nisso, a TVO, presente em 410 ônibus, e a TV Minuto, disponível nas linhas do metrô, ambos na capital paulista, já optaram por programações exclusivamente visuais.

APROVAÇÃO De maneira geral, pesquisas conduzidas pelas empresas de TVs no transporte público indicam boa aceitação da população. Índices de aprovação da TvTrem são superiores a 90%, mesmo valor obtido pela BusTV. Parte dessa boa avaliação, acredita João Coragem, é fruto da alegria da população, bem como sua abertura para novidades e para a tecnologia. “No Brasil, temos a melhor aceitação e a reação mais efusiva. Nosso produto gera uma sensação de menor tempo gasto no transporte”, diz. Frente aos contínuos recordes de engarrafamentos registrados nas grandes metrópoles, parece que a TV continuará conquistando o público.

Marina Mezzacappa



Enseada de Botafogo, Rio de Janeiro, por Conrad Martens

ORIGEM DAS ESPÉCIES

PESQUISADORES RECUPERAM PASSAGEM DE CHARLES DARWIN PELO BRASIL

A Semana Nacional de Ciência e Tecnologia deste ano, organizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que acontece entre 20 a 26 de outubro, escolheu como tema “Evolução e Diversidade”, tendo como pano de fundo a comemoração dos 150 anos da teoria da evolução por meio da seleção natural de autoria do naturalista inglês Charles Darwin. Animados por esse contexto, um grupo de pesquisadores está refazendo o caminho que Darwin percorreu em solo brasileiro, especialmente no Rio de Janeiro, onde o cientista permaneceu mais tempo, ao todo 93 dias, em 1832. A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Fiocruz, Jardim Botânico, Museu Nacional e Universidade Federal Fluminense (UFF),

são algumas das instituições envolvidas no projeto que deve resultar na publicação de um livro com trechos de diários, artigos e cartas de Darwin que fazem referência ao Brasil. Outra idéia é colocar marcos, como placas e painéis, nos pontos mais importantes do trajeto da excursão e em alguns locais importantes nos quais ele esteve no Rio e em Salvador. “Queremos fazer folders sobre o trajeto inteiro. Possivelmente serão produzidos também documentários para a TV. A idéia é produzir um roteiro científico-turístico”, disse Ildeu de Castro Moreira, diretor do Departamento de Popularização da Ciência e Tecnologia do MCT. A equipe usa como referência os relatos de Darwin feitos em seus cadernos de anotação, no seu

UM NATURALISTA NA AMAZÔNIA

A imagem de Darwin é tão forte que eclipsou a contribuição fundamental de outro pesquisador, Alfred Wallace, do qual se fala pouco. As comemorações que estão sendo organizadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia também vão mostrar os trabalhos de Wallace, que permaneceu na Amazônia durante quatro anos. Os conhecimentos que ele adquiriu na imensa floresta também foram decisivos em sua trajetória científica. Uma das coisas que ele destacou foi o “encontro com homens em seu estado natural - com selvagens absolutamente não contaminados”, registrou. Na opinião de Ildeu de Castro Moreira, o estudo da distribuição geográfica dos animais na Amazônia foi um ponto de partida essencial para Wallace chegar à idéia da seleção natural, de forma independente. A proposta foi apresentada em reunião da Sociedade Lineana de Londres, em 1º de julho de 1858, trazendo trabalhos de Darwin e de Wallace. Dois livros, um com os textos dele sobre o Brasil, pela editora da Fiocruz, e outro sobre as palmeiras da Amazônia, pela editora da Universidade Federal do Amazonas, serão publicados este ano.

livro sobre a viagem no H.M.S. Beagle, navio da missão exploratória inglesa, em cartas e mapas da época. Segundo Moreira, já foram identificados vários locais e fazendas pelos quais o naturalista passou na excursão até Macaé. “Duas das fazendas estão de pé e são muito bonitas: a de Itaocaia, entre Niterói e Marica, e a de Campos Novos, em Cabo Frio. Estamos também mapeando as excursões, passeios e visitas feitas por Darwin na cidade do Rio de Janeiro: Centro, Botafogo, Flamengo, Praia Vermelha, Santa Teresa, Corcovado, Igreja da Penha, Palácio de São Cristóvão, Lagoa,

Ipanema, Leblon, Jardim Botânico, Horto”, conta.

DESAFIOS Darwin não é muito explícito ao se referir ao nome de muitos lugares, em especial dos locais nos quais se hospedou. Essa é a principal dificuldade na análise desse material. A grafia dos nomes está também freqüentemente incorreta já que ele não sabia português. Por outro lado, é freqüente a mudança no nome dos lugares, daí a necessidade de utilizar os mapas da época. Já os nomes das pessoas que interagiram com ele eram, geralmente, grafados de forma reduzida e erradamente.



Darwin,
desenho
de George
Richmond,
1840

BIOGRAFIA

Charles Darwin nasceu em 1809, na Inglaterra, filho de uma rica família aristocrata. Mesmo contra o desejo de seu pai estudou história natural e geologia. Em 1831, foi aceito no navio de investigação H.M.S. Beagle, que partiu da Inglaterra com o objetivo de descrever a cartografia do mundo e apontar os recursos naturais que

poderiam ser aproveitados comercialmente. A viagem lhe deu a chance de recolher uma ampla variedade de fósseis e organismos vivos, além de observar diversas formações rochosas em diferentes continentes. Essas observações culminaram na elaboração da teoria da evolução das espécies, publicada, pela primeira vez, em 1858, no livro *Origem das espécies*. Em sua autobiografia ele destaca a viagem como o acontecimento mais importante de sua vida: “Nessa viagem tive a primeira formação ou educação verdadeira de minha mente. (...) As glórias das vegetações dos trópicos erguem-se hoje em minha lembrança de maneira mais vívida do que qualquer outra coisa”, escreveu. No ano que vem, batizado de Ano de Darwin, estão previstas comemorações, em várias partes do mundo, referentes aos 200 anos de seu nascimento.

Durante sua permanência no país reuniu grande número de insetos, cuja variedade e análises sobre estratégias de ataque lhe chamaram a atenção para a disputa pelo ambiente e para a lei do mais forte. “Não resta dúvida que a extraordinária biodiversidade de nossa natureza tropical, o exame de fósseis pré-históricos na Argentina, o estudo da geologia da América do Sul e a análise de animais em ilhas isoladas, como em Galápagos [Equador], foram fatores decisivos que levaram Darwin a se questionar sobre a origem das espécies e a buscar uma hipótese que a explicasse”, ressalta Moreira. Na introdução da *Origem das espécies* Darwin escreveu: “Quando eu estava a bordo do H.M.S. Beagle, como naturalista, fiquei muito impressionado com certos fatos na distribuição dos habitantes da América do Sul e com as relações geológicas dos habitantes presentes com os do passado, naquele continente. Esses fatos, me parecia, poderiam lançar alguma luz sobre a origem das espécies – aquele mistério dos mistérios, como foi chamado por um de nossos maiores filósofos”.

O projeto prevê ainda a mobilização de cientistas e historiadores para debaterem sobre os aspectos geológicos, biológicos e sociais observados por Charles Darwin no Brasil. Chama atenção em seus diários as referências que faz aos brasileiros: desprezíveis e miseráveis – e o horror em relação às condições a que eram submetidos os escravos. “Dou graças a Deus e espero nunca mais visitar um país de escravos”, disse ele.

Patrícia Mariuzzo

BIODIVERSIDADE

UMA VIAGEM PELO ESTADO DE SÃO PAULO

Tornou-se lugar comum dizer que São Paulo é a locomotiva do Brasil. O estado é o mais rico da federação e o seu PIB é maior do que o de muitos países da América Latina. Estamos tão acostumados com a paisagem paulista coberta pelo asfalto das rodovias, viadutos de concreto, espigões ou plantações de cana ou laranja que talvez a última palavra que nos ocorra, quando olhamos essa paisagem, seja biodiversidade. Talvez esteja aí uma das primeiras motivações para conhecer a obra *Nos caminhos da biodiversidade paulista*, publicação da Secretaria do Meio Ambiente, com apoio do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares, e organizada pelo jornalista Marcelo Leite. Um convite para uma viagem pelas várias paisagens do estado de São Paulo.

O objetivo expresso no livro é disseminar, para um público amplo, informações sobre os caminhos tomados pela biodiversidade paulista. O ponto de partida para isso são as informações coletadas pelas 12 expedições geográficas organizadas pela Comissão Geográfica e Geológica (CGG) de São Paulo, entre 1886 e 1923. O resultado é proporcionar ao leitor uma nova viagem pelos territórios paulistas com direito a mapas, um inventário dos locais visitados pela Comissão, imagens antigas e atuais reunidos em edição belíssima.



Fotos: reprodução



Parque do Ibirapuera (SP) é uma das poucas áreas com qualidade paisagística e ambiental da metrópole; perereca-da-folhagem é espécie endêmica da mata atlântica; e integrantes da CGG

Interessados em conhecer o potencial hidrelétrico e de navegação da imensa malha fluvial de São Paulo e ainda fazer um mapeamento da qualidade do solo, engenheiros da Comissão iniciaram expedições de reconhecimento do ainda desconhecido território paulista, parte do qual era de domínio de índios de várias tribos como os xavantes, guaranis e cainganges. Entre as motivações estava a expansão do café no mercado internacional e a necessidade de incorporar mais terras para o seu plantio.

“A produção da CGG foi fundamental para moldar a ocupação e a transformação dos bens naturais em recursos a serem explorados, dando caráter sistêmico a um impulso de devastação que até ali havia sido esporádico e localizado”, diz o texto.

NATUREZA X DESENVOLVIMENTO A obra indica que a transformação do estado foi grande, drástica, irreversível, na maioria das vezes, mas, sobretudo, rápida. Entre a última década do século XIX e 1935, São Paulo perdeu um volume de floresta bem maior do que nos primeiros 350 anos de sua história. Nesse espaço de 45 anos, foram-se mais 44% de suas matas. Para se ter idéia da mudança de paisagem, a mata atlântica, que recobria 80% do solo do estado antes da colonização portuguesa, foi reduzida a 10%. O cerrado teve destino semelhante: dos 14%, sobrou quase nada. A mata ciliar praticamente desapareceu. As demais vegetações sofreram marcas profundas. Há apenas um século no lugar da sucessão de cidades, canaviais, laran-

jais e represas havia numerosas nações indígenas, cercadas de matas frondosas. Como afirma o físico José Goldemberg no prefácio, todo progresso tem um custo ambiental. À medida que o consumo aumenta é preciso ampliar a área dedicada à agricultura, construir novas indústrias, estradas e ampliar os meios de comunicação. “É impossível ter tudo isso sem interferir no ambiente em que vivemos”, diz o ex-secretário do Meio Ambiente do estado de São Paulo. “Este livro permite que os paulistas – assim como todos os brasileiros – conheçam um pouco melhor como se deu a difícil interação entre homem e natureza”, completa. Fiel ao roteiro das expedições da CGG, o livro é dividido em doze capítulos, contemplando litoral, a cidade de São Paulo e o interior. Passado e presente estão juntos e se completam na leitura já que o texto traz, ao mesmo tempo, os registros dos estudiosos das expedições e suas impressões são revisadas pelos autores. As citações são destacadas do texto e mantêm a grafia original do começo do século XX. A obra também conta com um tipo de glossário que expande conceitos abordados.

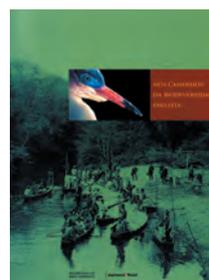
EXPLORAÇÃO OBEDECEU RACIONALIDADE ECONÔMICA A motivação para chegar ao que é hoje a maior aglomeração urbana da América do Sul foi de cunho sociocultural: a catequização dos índios. Anchieta era um dos 13 religiosos que partiram de São Vicente e subiram a Serra do Mar para fundar o Colégio de São Paulo de Piratininga. Rapidamente, São Paulo se transformou em entreposto de abastecimento para aqueles que iam seguir sertão

adentro nas bandeiras, expedições em busca de pedras e metais preciosos, e índios para serem escravizados. As bandeiras foram responsáveis pela fundação de grande parte das cidades paulistas. Nessas expedições chamava atenção a brutalidade com a natureza, considerada um obstáculo hostil a ser vencido pelo conquistador. A destruição da mata atlântica e cerrado também avançaram com as produções açucareira e cafeeira, entre meados do século XVIII e início do XIX, marcando um modelo de desenvolvimento econômico construído sem a preocupação com a degradação que as demandas pudessem causar. O resultado foi o índice máximo de desmatamento, desmonte do relevo e poluição das águas, cujo maior símbolo é o rio Tietê. Ainda nos dias de hoje, as decisões políticas são pouco influenciadas pela preocupação ambiental, apesar dos freqüentes problemas enfrentados pela população serem fruto da ocupação errada do território.

CERRADO O mais devastado dos biomas do estado é o cerrado. Visto de longe parece uma vegetação pobre, seca, com árvores de galhos retorcidos e troncos grossos. Mas, de perto, esse bioma apresenta grande variedade de flores e espécies de animais, entre eles o mais famoso, o lobo-guará, ameaçado de extinção por causa da expansão das terras cultivadas e pela caça predatória. O cerrado cobria originalmente 14% do território paulista, mas o processo de ocupação agrícola – a região foi considerada fronteira agrícola e recebeu incentivos de políticas governamentais para a sua ocupação –

fez esse valor cair para menos de 1%. Antes da agricultura, os terrenos de cerrado foram explorados por outros brasileiros, eram mineiros que buscavam terras para pecuária. A exploração da natureza foi ainda mais agressiva, pois praticava-se queimadas constantemente na tentativa de evitar que o mato retornasse aos campos e que os insetos atacassem os animais. História, geográfica, biologia, arquitetura, passado, presente e principalmente o futuro são assuntos deste livro. Corrigir os problemas causados pela degradação ambiental custa mais caro do que prevenir a degradação. A persistência das enchentes na cidade de São Paulo é apenas um dos exemplos disso. “Nada melhor para fomentar uma mentalidade de cuidado com o meio ambiente do que olhar para trás e aprender que muito da destruição e da degradação que hoje deploramos, justificadamente, esteve também intimamente associado com o pujante desenvolvimento da unidade mais rica da federação”, sentencia Goldemberg.

Patrícia Mariuzzo



SERVIÇO:

Nos caminhos da biodiversidade paulista

Secretaria do Meio Ambiente
Imprensa Oficial - Imesp
Organização: Marcelo Leite



Jogar capoeira ou Danse de la guerre de Moritz Rugendas, 1834

CULTURA POPULAR

CAPOEIRA GINGA PARA CONQUISTAR LEGITIMIDADE

Reconhecida no mundo todo como arte genuinamente brasileira, a capoeira jogou em terra nativa para mostrar aos conterrâneos o seu valor e, ainda hoje, tenta legitimar os profissionais responsáveis por sua história e continuidade dentro e para além do campo da educação física. De prática de marginalizados até atividade *cult* de descolados e estrangeiros, a capoeira, perante o Conselho Federal de Educação Física (Confef), deve ser ensinada apenas por aqueles que cursaram o ensino superior ou realizaram cursos de atualização junto aos conselhos regionais (Crefs). “Mais que um conjunto de exercícios físicos, a ca-

poeira compreende toda uma vinculação com a tradição”, enfatiza Vivian Fonseca, do Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDoc) ligado à Fundação Getúlio Vargas (FGV). “A capoeira tem forte não só seu lado combativo, de luta, como também seus aspectos lúdicos e seu lado de dança e brincadeira. Enquadrá-la numa definição única seria, para esses capoeiristas, como desqualificá-la, esvaziando seu sentido de existir”, afirma a autora de artigo sobre o tema na *Recorde: revista de história do esporte* (vol.1 n.1., 2008).

A luta contemporânea da capoeira para ganhar terreno é histórica. Praticada no Brasil entre os escravos como forma de interação, entretenimento, defesa, atividade física e memória cultural, a atividade passou a ser incluída no Código Penal em 1890. A busca por uma nova identidade nacional condenou à prisão aqueles vistos como vagabundos e

malandros pela elite do regime republicano. Essa busca seria, mais tarde, o principal argumento que tornaria a capoeira um dos principais meios de expansão e divulgação da cultura brasileira no exterior, nas palavras do ministro da Cultura Gilberto Gil, em discurso proferido em 2004 na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), segundo lembra Vivian.

Mas foi nos anos 1930 que se iniciou o processo de institucionalização da capoeira, deixando de ser praticada nas ruas e passando a ser ensinada em espaços fechados, com exercícios repetitivos e com a criação de um método de ensino. “Até então os capoeiristas aprendiam de *oitiva*, como os próprios capoeiristas dizem, ou seja, aprendiam apenas olhando os outros jogarem na roda e conforme jogavam”, descreve a autora da pesquisa. Os principais responsáveis por essa mudança são os mestres Bimba e Pastinha, lembrados até os dias atuais como referências da capoeira contemporânea. O primeiro, Manoel dos Reis Machado, nascera em Salvador em 1899 e fôra responsável pela criação da chamada capoeira regional, fortalecendo o lado guerreiro do jogo, enfraquecido graças à repressão contra a capoeira. Bimba foi quem primeiro criou uma academia, o Centro de Cultura Física Regional e a ensinar por meio da famosa Sequência de Bimba. Enquanto o segundo mestre, Vicente Ferreira Pastinha, também soteropolitano e nascido em 1889, ensinou a prática tida como mais próxima da tradição africana, no Centro Esportivo de Capoeira Angola (a partir da década de 1940), e impulsionou sua insti-

tucionalização. “Eu registrei a capoeira, criei um estatuto, batizei, coloquei um presidente no centro, que hoje é presidente na Assembleia, eu organizei a capoeira”, afirmou em matéria do jornal o *Estado de S. Paulo*, de 1969, recuperada pela autora do artigo. A calça preta e camisa amarela, uniforme identificado como dos capoeiristas angoleiros, é fruto do trabalho de Pastinha. A princípio, os dois estilos suaram para conquistar adeptos e se legitimar, e o tempo se encarregou de reservar seus espaços, de forma a garantir e preservar a memória de seus mestres, mesmo que se tenha criado uma certa rivalidade entre ambas as capoeiras. “Numa prática onde a linhagem se mostra fundamental, estar vinculado com qualquer um dos dois grandes mestres será essencial para os alunos que buscarão seguir sua vida dentro da capoeira”, enfatiza a pesquisadora da FGV.

PROFISSIONALIZAÇÃO De acordo com a Confederação Brasileira de Capoeira só é considerado mestre aquele com idade mínima de 35 anos e 22 anos de prática. Já o Conselho Superior de Mestres determina que entre os pré-requisitos para se tornar um mestre integrante da entidade é preciso ter no mínimo 40 anos e outros 27 de prática. Para passar os ensinamentos da capoeira adiante, como professor, é necessário muito tempo de prática, “raramente antes de pelo menos cinco anos, para aqueles mais participativos”. Com tamanhas qualificações, a determinação do Confef, estabelecida na década de 1990, teve efeito contrário ao buscado. Muitos passaram a

enxergar a filiação aos conselhos regionais como certificado de baixa qualidade e pouco conhecimento. Em um esforço para reverter o quadro, formou-se em 2000 a Frente Unida pela Autonomia Profissional da Educação e das Tradições Populares composta por profissionais de áreas atingidas pelas determinações do conselho federal. Os capoeiristas pediam a regulamentação das profissões de mestre e professores, delegando para si essa responsabilidade. Quatro anos mais tarde, os capoeiristas, por meio do VII Fórum Nacional de Debates: “Formalização das políticas públicas para a capoeira”, escreveram a Carta de Brasília solicitando unificação nos procedimentos técnicos, culturais, desportivos, a partir de suas bases tradicionais, estabelecidas pela capoeira angola e regional; capacitação de docentes e mestres da capoeira por meio do poder público; desobrigação da inscrição dos mesmos junto aos Crefs entre outros.

Neste meio tempo, houve alguns avanços. “Os mestres de capoeira têm conquistado o direito de ministrarem suas aulas, sem a obrigação de se filiarem aos Crefs, apesar desse ainda ser um terreno de disputas, não apresentando, até o momento, uma resolução final”, lamenta Vivian, que é pós-graduanda da FGV. “O campo da educação formal, principalmente, precisa refletir de forma profunda sobre suas práticas, no sentido de poder acolher as ricas experiências educacionais provenientes da cultura popular, representadas pelas formas tradicionais de transmissão dos saberes de uma comunidade. Nesse sentido, a capoeira e os mestres têm muito a ensinar”, reforça Pedro Rodolpho Jungers Abib, autor de pesquisa sobre o papel dos mestres da capoeira angola nas formas tradicionais de transmissão de conhecimento da cultura popular, publicada em 2006 (*Cad. Cedes*, vol. 26, n. 68).

Germana Barata



Capoeira reúne aspectos de luta, dança e brincadeira

ARMANDO FREITAS FILHO

NAS BODAS DE PRATA DE LEI DA SUA MORTE

A intimidade da sua morte pública
espetacular, com a cortina aberta
marcou minha vida funcionária.
Nunca pensei que me acontecesse
alguma coisa assim – selvagem –
tão próxima, ou que fosse possível
a alguém, contida, mas em guarda
desatar-se no espelho, de uma vez
e partisse para o ataque a si mesmo
através de um dia de decidido suicídio
traduzindo, à sua maneira, o tumulto
do tempo no qual viveu, de modo
perfeito, fidedigno, sensacional.

EXTRATO

O perfume que escapa
é exato e facetado
tal qual o frasco
que o concentra e segura.

A respiração, rosa que não se despetala
mesmo sob pressão e descuido
é discreta, não altera as nervuras
da blusa, que mantém a linha, o corte
até o fim do dia implacável, duro
nem permite outro franzir
que não esse, de fábrica
ou de perita costura à mão.

Mais tarde, libera algum desalinho: suspiro
gesto absorto de mulher ao pentear-se
pernas cruzando-se depois do banho
decote medido de dois botões
a nuca, livre dos grampos
em pleno verão, os cabelos soltos
no próprio vento –
esvoaçante vestido frisado.

Tudo o que
fica no éter
é eterno.

AP. 702

Um instante antes, patamar
onde as plantas sobre a tarde
de sábado avançam, altas
acima do tanque, na área de serviço.
Em seguida, a cozinha em paz
após o almoço, a sala vazia
refletida na tela da TV apagada:
sofá xadrez, pedaço de poltrona
telefone morto, mas ainda quente
da voz encerrada, da mão, do suor
da mão que o largou, preto.
Além, no quarto, a cama feita
de esticados lençóis, cor de gelo
quando, de repente, pulsos cortados
os dedos compridos de unhas curtas
abrindo o chuveiro forte
no chão seco e frio do boxe.

CROMO

Duas víboras geminadas
ou o brasão, que tem por fundo
o esmalte de um jardim
é mais sumário? Duas em uma
exatamente única, bota fogo
sem clemência, e se pega
pelo rabo, se consome
devorando-se, sob a flora
serrana e bélica.
O veneno não é brusco, nem
o ódio; nada a desvia do destino:
de não deixar que se apague
as labaredas, o sofrimento
a lenta fúria desta heráldica.

ALEXANDRE BONAFIM

O FILHO DE MARIA

Tinha os olhos azuis, intensamente tristes. Os cabelos brancos e um sorriso sem dentes. Era louca e todas as outras crianças, assim como eu, tinham medo dela. Lavadeira, sempre carregava uma sacola repleta de fotografias. No fundo de sua loucura, havia qualquer coisa de mágico. Um lirismo de humanidade reluzia no absurdo de sua alienação. Era uma criança também, menina perdida no interior da loucura.

De todos os seus comportamentos estranhos, tais como gritar pelas ruas, andar com roupas imundas (justo ela, a mulher que lavava as roupas dos outros), dentre outros tiques e manias, o ato de carregar sempre uma sacola repleta de fotografias, causava-me encantamento e atração.

Certa vez, minha mãe adoeceu e precisou de alguém que a ajudasse com os afazeres domésticos. Então Maria, a louca, passou a frequentar a nossa casa, a lavar as roupas de toda a minha família. No bairro pobre, quase nenhuma dona de casa tinha uma máquina de lavar. As mulheres todas, assim como minha mãe, tinham de suar para trazer todos limpos e bem vestidos. Eu gostava de ver as mãos das lavadeiras lutando contra a pedra dos tanques, pelejando contra a imundice do mundo. Muitas cantavam e o canto enchia as casas de uma alegria viva.

Eu ficava atrás das portas, na soleira das paredes, observando-a de longe. Maria esfregava as roupas com estranho carinho. Apascentava a fúria dos tecidos, a impaciência de costuras, a alegria de botões coloridos, de golas amarfanhadas. De todas as lavadeiras, era a única que não cantava. Nunca ouvira dizê-la uma palavra sequer. Comunicava-se por grunhidos e gestos. Ao invés de cantar, contentava-se em ter, ao lado das pernas, a sacola com as fotografias.

Hoje, fico a imaginar que a imagem no papel era-lhe uma memória a trasbordar para além do corpo. Todos os seus parentes mortos permaneciam ali, vivos, naquela sacola suja. A eternidade acompanhava Maria em todas as casas. Os rostos de seus amados estampados nos papéis amarelados eram o seu alimento, sua respiração, sua fé. Um dia, estava eu atrás da porta a bisbilhotar o trabalho de Maria, quando aconteceu: Maria olhou com olhos medonhos, para a frincha da porta. Parecia um fantasma de olhos vesgos. Eu engoli meu medo com um tremor gelado. Maria sabia que estava sendo observada. Talvez ela me batesse, talvez ela até me matasse. Num rompante, ela puxou a porta que dava para a varandinha e, com a cara amarela, se pôs à minha frente, gigante medonho e desgrenhado. Quanto tempo durou esse átimo? Talvez todo o tempo de minha infância. Então, repentinamente, Maria começou a sorrir, um sorriso tão triste, tão doce, que me causou mais receio ainda. Com os dedos descarnados, pegou minha mão. Em meu pânico, em meu fascínio pelo desconhecido, deixei-me levar. Me puxou até a varandinha e me abriu a sua sacola. De lá, tirou uma fotografia precisa e me estendeu. No papel, um menino com gravata e chapéu sorria. A fotografia era velha e o sorriso do menino estava quase apagado. O rosto do menino era tão parecido com o meu... Aquela face de papel tinha os contornos do meu próprio semblante. A criança era, na verdade, eu mesmo; era o meu ser muito antes do meu nascimento. Era minha existência embrionária, em estado placentário. Desesperado, joguei a foto na sacola e saí correndo em busca de minha mãe. Mas qual outra mãe teria, agora, além de Maria?

Alexandre Bonafim é natural de Belo Horizonte, atualmente mora em Franca, interior de São Paulo. É mestre em literatura brasileira pela Unesp, de Araraquara, com a dissertação. "A graça poética do instante: poesia e memória na obra de Rubem Braga". Atualmente, é doutorando pela USP e estuda os aspectos do sagrado na obra de Dora Ferreira da Silva e de Sophia Mello Breyner Andresen. É poeta, contista, crítico literário. Publicou os seguintes livros de poemas: Biografia do deserto e A outra margem do tempo.

quando você tenta enxergar o futuro,
sente medo como uma criança na escuridão?

sem medo de identificar tendências, sugerir rumos, iluminar
idéias. é dessa forma que a programação de 2008 da cpfl cultura
busca desvendar o mundo contemporâneo. neste novo mundo,
os caminhos conhecidos não nos levam aonde queremos
chegar, a bússola não aponta em uma só direção. para encontrar
respostas diferentes, é preciso fazer perguntas diferentes.
sem medo do futuro.



cpflcultura

Apoio Institucional



Patrocínio



Realização



Sociedade Brasileira para o
Progresso da Ciência

Apoio

