

SINCLAIR MALLET GUY GUERRA

MARIANA PEDROSA GONZALEZ

(ORGANIZADORES)

NOVAS TRAJETÓRIAS ENERGÉTICAS

Santo André, SP, BRASIL

Setembro de 2009

AUTORES

Carla de Almeida Roig

Elaine Cristina Santos Silva

Fabiano Ionta Andrade Silva

Giovano Candiani

Ivan Prado Silva

Julyana Pereira Simas

Márcio Luiz Perin

Márcio Martins Melo

Marcus Vinicius Hernandez

Mariana Pedrosa Gonzalez

Mauro Machado de Oliveira

Natália Pereira de Moraes

Sandro Yamamoto

Pós graduandos em Energia no CECS/UFABC

Gilberto Martins

Professor e Diretor do CECS/UFABC

José Alexandre Altahyde Hage

Professor na FAAP e pós doutorando em Energia no CECS/UFABC

Sinclair Mallet Guy Guerra

Professor no CECS/UFABC e na PPGE/IEE/USP

Capa: Fernanda Gonzalez

SUMÁRIO

<i>ALGUMAS PALAVRAS</i>	<i>7</i>
<i>ILUMINANDO O CAMINHO: A QUE PREÇO?</i>	<i>9</i>
<i>CAMINHO ILUMINADO? EFICIENCIA ENERGÉTICA E O RETORNO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SÉCULO XXI.</i>	<i>17</i>
<i>ILUMINANDO O CAMINHO: SÃO AS TECNOLOGIAS DE CAPTURA E SEQUESTRO DE CARBONO CAPAZES DE PROMOVER A DESCARBONIZAÇÃO DAS USINAS À CARVÃO?</i>	<i>29</i>
<i>RUMO A UM FUTURO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL?</i>	<i>49</i>
<i>APARENCIA E A ESSENCIA: DISCUSSÕES SOBRE O ARTIGO: “ILUMINANDO O CAMINHO EM PROL DE UM FUTURO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL”</i>	<i>67</i>
<i>A ENERGIA RENOVÁVEL OFERECE IMENSAS OPORTUNIDADES PARA O PROGRESSO TECNOLÓGICO E A INOVAÇÃO.....</i>	<i>81</i>
<i>BIOMASSA: TEMPOS E CONTRATEMPOS.....</i>	<i>103</i>
<i>O GOVERNO OBAMA E SEUS DILEMAS EM FACE DA QUESTÃO ENERGÉTICA.....</i>	<i>125</i>
<i>BIBLIOGRAFIA GERAL.....</i>	<i>135</i>

ALGUMAS PALAVRAS

A expectativa era grande. Houve, até mesmo, certo alvoroço com a chegada ao poder de um novo presidente com aura tida como totalmente diferente da de seu antecessor.

No dia da posse, em conversa com professores ingleses, foi mencionada a parceria entre um cientista brasileiro e outro sino-americano, inclusive prêmio Nobel de Física (1997). Estes dois haviam produzido para o IAC – *Inter Academy Council* um Relatório sobre as condições ambientais mundiais. Tal Relatório (como daqui em diante será mencionado) tem o nome de “*Lighting the way Toward a sustainable energy future*”

Este professor e pesquisador com seu regresso às aulas tomou a liberdade de propor a seus estudantes de pós-graduação uma seqüência de Seminários nos quais seriam discutidas aquilo que se optou denominar de Recomendações. De fato, entre as páginas 146 e 164 da versão americana daquele livro, encontram-se pequenas partes que seus autores optaram por denominar “*Conclusões*”. No entanto, por entendê-las mais como recomendações a serem adotadas, tomadas e implantadas visando um “*sustainable energy future*” (p. vi), estes autores tomaram a liberdade, então, de transformar o que era chamado de conclusão em Recomendações.

Os estudantes, listados como autores, aceitaram a sugestão de discuti-las com total liberdade de opinião. Não havendo nenhuma interferência na criação, salvo orientação de as apresentarem em mínimas condições de aqui serem colocadas. Muitos deles apoiaram-se em outros trabalhos como poderá ser verificado na bibliografia relacionada. Algumas dessas contribuições poderão ser publicadas de forma esparsa em alguns outros veículos.

O título final desta coletânea ficou com a definição estampada porque se chegou à conclusão de que qualquer menção direta ao trabalho daqueles dois cientistas poderia ser um comprometimento muito grande. Primeiramente se pensou no desconhecimento maior dos autores aqui listados que poderia ser mal compreendido, dado ainda serem neófitos no tema; outro comprometimento deveu-se ao fato de ser encarado como plataforma a ser adotada na próxima reunião de Copenhague sobre a revisão do

protocolo de Kyoto, portanto ainda longe da realidade entre essa nova visão e os debates que, sem dúvida, ocorrerão.

ILUMINANDO O CAMINHO: A QUE PREÇO?

Marcus Vinicius Hernandez

Sandro Yamamoto

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

Este artigo analisa o estudo sobre energia “Iluminando o Caminho”, de autoria e Prêmio Nobel Steven Chu. “Este artigo é uma lufada de ar fresco”, disse José Goldemberg, físico brasileiro da USP, co-autor do Relatório.

O Relatório realizado pelos pesquisadores discute o futuro da energia no mundo. Para que se tenha um futuro sustentável, algumas ações pontuais serão inúteis; o mundo precisa que uma série de estudos, constatações e ações em conjunto sejam realizadas e monitoradas.

A eficiência energética, o investimento em energias renováveis, o investimento em novas tecnologias para extração do carvão e a universalização do fornecimento de energia a todos os povos são pilares importantíssimos para um modelo que culmine em um futuro sustentável.

A primeira das nove recomendações do trabalho tem o seguinte título: Atender as necessidades básicas de energia dos povos mais pobres no mundo é uma prioridade moral e social que deve ser buscada em concordância com os objetivos da sustentabilidade. Esta recomendação será analisada e discutida neste artigo.

Palavras-Chaves: Energia Renovável, Setor Elétrico, Preço Spot.

ABSTRACT

This article analyzes the study on energy “*Lighting the way*”, of authorship of the secretary of Energy of the government Barack Obama, the Prize Nobel Steven Chu. “This article is a cool air gust”, said José Goldemberg, Brazilian physicist of the USP, co-author of this report.

The report carried through for the researchers argues the future of the energy in the world. So to have a sustainable future, some prompt actions will be useless, the world need a series of studies, recommendations and actions in set will be carried out and monitored.

The energy efficiency, the investment in renewable energies, the investment in new technologies for coal extration and the universal access of the supply energy to all the peoples are pillars very important for a model that culminates in a sustainable future.

The first one of the nine recommendations of the work has the following heading: To take care of the basic needs of energy to poor people in the world is a moral and social priority that must be searched in agreement with the objectives of the support. This recommendation will be analyzed and argued in this article.

Key-Words: Renewable Energy, Electricity Industry, Spot Price.

INTRODUÇÃO

O trabalho realizado por Chu e Goldemberg apoiado pelo *InterAcademy Council* foi publicado em outubro de 2007. O governo da época desprezava os estudos sobre os problemas climáticos e não se preocupava com eficiência energética. O tempo passou e após um ano e três meses do trabalho publicado, Barak Obama, o novo presidente dos Estados Unidos, nomeia Steve Chu como Secretário de Energia. Dessa forma, o trabalho de Chu e Goldemberg ganhará asas, ou melhor, o caminho pela frente estará mais iluminado.

O trabalho realizado chega a nove recomendações para que se tenha um futuro energético sustentável, são elas:

- Atender as necessidades básicas de energia dos povos mais pobres no mundo é uma prioridade moral e social que deve ser buscada em concordância com os objetivos da sustentabilidade
- Focar esforços para melhorar a eficiência energética e reduzir a intensidade de carbono da economia mundial. Esta recomendação não é nenhuma novidade, este problema é cultural nos EUA e, demandará um grande trabalho de conscientização principalmente. Muitos ainda pensam que gastar muita energia é sinônimo de riqueza e poder.
- Desenvolver e aprimorar técnicas de seqüestro de carbono do carvão poderão desempenhar um papel importante no gerenciamento do custo das emissões globais de dióxido de carbono. Sabemos que o carvão é um combustível fóssil

poluidor, se necessário saber qual a real intenção do investimento neste tipo de matriz energética.

- Nesta recomendação se faz um alerta quanto à possibilidade de problemas políticos em função de alguns países possuírem muitas reservas de gás e petróleo e outros países não a possuírem. Este item deve ser muito debatido e organizado de forma a minimizar possíveis guerras por energia no futuro.
- Utilizar a energia nuclear para contribuir na matriz energética. A energia nuclear pode ser utilizada, mas os investimentos em tecnologias de reaproveitamento/armazenamento dos resíduos devem caminhar juntos para a segurança mundial. Uma barragem que desmorona provoca um impacto, uma termelétrica a gás, carvão ou óleo diesel também provocam impactos ambientais, mas um acidente nuclear é catastrófico.
- Incentivo às fontes renováveis. Esta sim é uma excelente prática que deve receber fortes investimentos. Os BRICs possuem grande potencial e o Brasil tem mostrado que tem condições de atuar de forma significativa como fonte de energia que se tornará, a cada ano mais importante.
- Os combustíveis provenientes da biomassa são promessa como minimizador das mudanças climáticas e um maximizador da segurança energética. O Brasil tem demonstrado aos EUA a importância do Etanol proveniente da cana de açúcar que, além de eficiente, não retira alimentos da mesa da população.
- Desenvolver tecnologias de armazenagem e transporte de energia podem reduzir custos gerais da energia.
- Envolver comunidades de ciência e tecnologia e a população em geral pode trazer soluções quanto à energia. A partir do momento que a sociedade for conscientizada dos problemas, as ações governamentais terão mais força e uma probabilidade maior de acontecerem.

Como se pode notar, as conclusões são boas. Porque em relatórios se admitem os problemas e a necessidade de mudanças, são óbvias porque o mundo está cansado de discutir os problemas climáticos e são suspeitas por deixar pistas de que, as soluções não precisam ser necessariamente implementadas nos EUA.

Para atender as necessidades dos povos pobres, o Relatório menciona algumas constatações, onde duas são muito preocupantes e já conhecidas pelo mundo:

- Cerca de 2,4 bilhões de pessoas utilizam carvão mineral, lenha, resíduos agrícolas e estrume para preparar seus alimentos;
- Cerca de 1,6 bilhão de pessoas em todo o mundo vive sem eletricidade.

Com foco ao acesso desigual à energia e ao desenvolvimento econômico experimentado por um terço da população mundial, a abordagem da Recomendação 1 busca assegurar às pessoas mais pobres do mundo o acesso aos serviços energéticos básicos e modernos, como uma parte necessária do desenvolvimento global de energia. O melhor interesse econômico e social das nações em desenvolvimento é o de buscar incentivos que possam acelerar a implantação de soluções inovadoras, através da oferta de investimentos financeiros em pesquisa e desenvolvimento. Devem ser explorados outros caminhos (alternativas) que possam transformar o panorama de suprimento e demanda de energia em todo o mundo.

PONTOS DE DISCUSSÃO

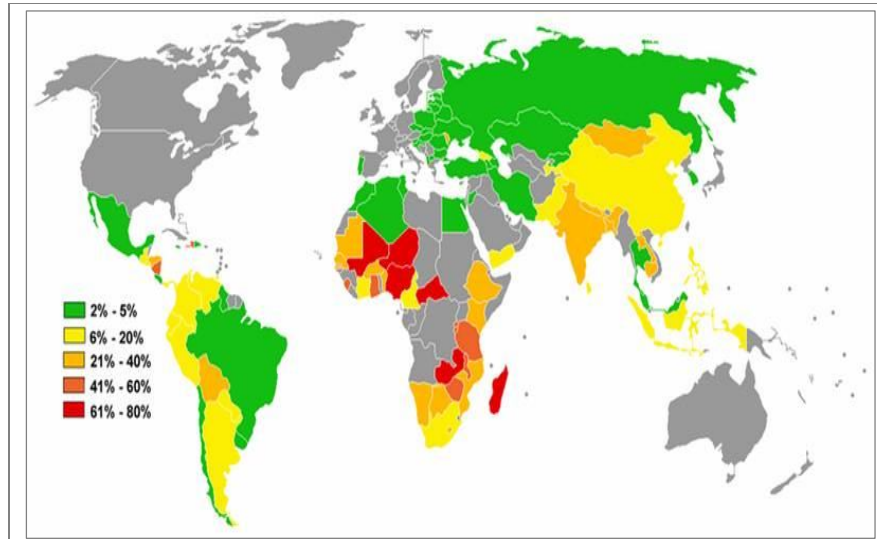
A primeira das recomendações que busca proporcionar o atendimento energético dos povos mais pobres é muito importante para qualquer plano de governo. O problema desse item está relacionado na forma como e quando será feito e principalmente, quais os reais motivos do trabalho realizado.

No trabalho é mencionada a necessidade de um levantamento de quais são os povos mais pobres do mundo, onde estão localizados e quais suas necessidades energéticas. O governo responsável pelo trabalho pode muito bem fazer uma propaganda fantástica e efetuar um planejamento que só o levantamento dos dados dure de 6 meses a até 10 anos, tudo dependerá da estratégia e das reais intenções de quem governa.

Segundo o FMI e o Banco Mundial, “o combate à pobreza está difícil”. Em matéria publicada no Portugal Diário em 24 de abril de 2009, o combate à pobreza mundial ficou mais difícil principalmente por causa da atual crise e da fome crônica que atinge cerca de 850 milhões de pessoas nos países em desenvolvimento. Como pode se perceber, o problema mundial é muito maior, é claro que os povos precisam de gás, energia elétrica e gasolina. Mas se ele não tem comida para cozinhar, o que fazer com o

gás fornecido? Na Ilustração 1 é divulgada a porcentagem de pessoas que vivem com menos de 1 dólar por dia (2006).

Ilustração 1 - (The Glittering Eye, 2007, *apud* World Resources Institute)



Ao se analisar o mapa acima, fica claro que o continente africano é o mais carente do mundo e enfrenta problemas crônicos. Mas todos os países em desenvolvimento devem ter um planejamento bem elaborado que possa traçar metas para o desenvolvimento das pessoas e o combate à miséria.

O trabalho de Chu e Goldemberg (2007) também exige uma ação imediata e simultânea em três áreas:

- Esforços conjuntos devem ser feitos para aperfeiçoar a eficiência da energia e reduzir a intensidade de carbono na economia do mundo, incluindo a introdução mundial de preços para emissões de carbono.
- Tecnologias devem ser desenvolvidas e utilizadas para capturar e isolar carbono dos combustíveis fósseis, especialmente carvão.
- O desenvolvimento e a utilização de tecnologias energéticas renováveis devem ser acelerados de uma maneira ambientalmente responsável.

Estas três ações são importantes e podem ser utilizadas para ajudar os povos mais pobres. Um projeto de eficiência energética pode ser elaborado e implementado em uma região mais carente. Os governos mundiais podem criar incentivos para que as empresas

façam investimentos nessas regiões. Não podemos nos enganar, o dinheiro é fundamental para a implantação de qualquer projeto, principalmente quando se fala em ambientes sociais de baixa renda, ou melhor, sem renda nenhuma.

ESTUDO DE CASO

A primeira das nove recomendações mostra a preocupação com os povos pobres. O Relatório coloca, entre outras palavras que, “precisamos levar energia aos pobres”. Isso é óbvio, mas os povos pobres não precisam apenas de energia. Os povos pobres precisam de saúde, saneamento básico, educação, trabalho e respeito também.

No Brasil, por exemplo, o programa “Luz para todos” procura universalizar o atendimento de energia elétrica a todas as regiões. Este programa tem o objetivo de levar energia elétrica para todas as regiões rurais do Brasil. Cada empresa de distribuição possui seus números próprios para serem atingidos. Segundo o ministro de Minas e Energia, Edson Lobão em reportagem divulgada em 07 de maio de 2009 na Agência Brasil, o programa atingiu sua meta inicial de atender 10 milhões de pessoas. Lobão também comentou que o governo brasileiro está trabalhando para promover uma integração energética em toda a América do Sul. O ministro lembrou que serão construídas no Peru cinco usinas hidrelétricas¹, com apoio do Brasil, que vão fornecer energia a diversos países da região. Segundo ele, as obras devem demorar cerca de cinco anos, mas sua construção deve ter início em 2010.

O programa que pode servir de exemplo possui as seguintes prioridades de atendimento:

- Projetos de eletrificação rural que atendam às comunidades atingidas por barragens de usinas hidrelétricas;
- Projetos de eletrificação rural em assentamentos rurais e comunidades remanescentes de quilombos;
- Projetos de eletrificação rural em municípios com baixo índice de atendimento com energia elétrica;

¹ Fonte: Agência Brasil, Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2009/04/27/materia.2009-04-27.1679380266/view>>, Acesso em: 26 junho 2009.

- Projetos de eletrificação rural em municípios com baixo índice de desenvolvimento Humano (HDI);

Como bom exemplo de implementação do programa, pode-se citar o caso do estado de Pernambuco. Em matéria publicada pela Agência Brasil em 01 de dezembro de 2008, o estado de Pernambuco atendeu até dezembro de 2008 mais de 85 mil residências por meio do Programa Luz para Todos, ultrapassando em 7% a meta prevista pelo programa. Cerca de 430 mil pessoas foram beneficiadas com a chegada da energia elétrica. Segundo o Ministério de Minas e Energia, entre 2004 e 2008 o governo federal repassou ao estado R\$ 234,6 milhões para execução do programa. Para o presidente Lula, mesmo custando caro, o governo irá manter o programa. Segundo ele, a ligação em uma casa chega a custar R\$ 5 mil. “A distância, a quantidade de postes e de fios está ficando cada vez maior. E nós levamos de graça, colocamos três tomadas, três bicos de luz e damos o pontapé inicial”, disse.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Que a pobreza e a miséria no mundo devem ser erradicadas não há dúvida. Para que se consiga dar os passos na direção correta, vontade e responsabilidade são itens essenciais.

A pobreza no mundo tem persistido e, em alguns casos se agrava. Isto porque a economia funciona de forma desfocada da prioridade de satisfação das necessidades das pessoas de menor poder de compra e não atende como deveria, ao critério do emprego de recursos humanos disponíveis.

Se a pobreza continuar a existir, é porque a sociedade não dispõe, ainda, dos indispensáveis mecanismos para proporcionar a todos uma igualdade de oportunidades no acesso a bens essenciais e a serviços básicos de saúde, educação, habitação ou segurança.

Cabe então ao Estado e a Sociedade, um papel determinante na luta contra a pobreza, através da adoção de medidas, programas e projetos direcionados para prevenir as causas responsáveis pela pobreza e minimizar suas conseqüências.

CAMINHO ILUMINADO? EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O RETORNO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SÉCULO XXI.

Carla Roig

Ivan Prado

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

As projeções de importantes órgãos internacionais de pesquisa e desenvolvimento além de informar o público em geral, objetivam influenciar a tomada de decisão política das nações. Elas evidenciam o aumento da demanda global por energia e da alta emissão de CO₂ dos processos atuais, alertando para que as medidas a serem tomadas pelos governos sejam direcionadas a resolução de tais questões, local e regionalmente. Analisam-se aqui as recomendações do relatório do Conselho InterAcadêmico para a redução da intensidade de carbono gerado na atividade da indústria energética através de eficiência e do estímulo à utilização de processos renováveis; qual é a eficiência de que tratam e em que medida as fontes fósseis darão lugar às demais na matriz mundial.

Palavras-Chave: Cenários de Referência de Produção e Consumo, Eficiência Energética, Redução das Emissões de CO₂, Mudanças no Padrão de Consumo.

ABSTRACT

In addition to informing the public, the projections of the principal international institutions of research & development tends to influence the policy-making nations. Higher CO₂ emissions and increase global demand for energy within the extraction, production and consumption processes, demonstrate the urgent need for local and regional political actions. The recommendations of the InterAcademy Council report to reduce carbon intensity through efficiency and renewable processes will be analyzed: the kind of efficiency they treat about and in what measure other energy options will replace fossil fuels.

Key-words: Reference Scenarios, Energy Efficiency, Carbon Emission Reduction, Changes in Lifestyle Patterns and Consumers Choices.

INTRODUÇÃO

Neste início de século um dos temas de maior destaque é a questão energética. Este interesse justifica-se plenamente, na medida em que o sistema econômico vigente apoiou seu processo de expansão na disponibilidade de fontes de energia que durante muito tempo foram abundantes e relativamente baratas.

Estimulada pelos combustíveis fósseis, a elevada expansão da produção de mercadorias, elemento fundamental do processo de acumulação de capital, conduziu o sistema mundial de energia a uma encruzilhada, determinada pela ocorrência do “pico” do petróleo e de sua concentração na conturbada região do oriente médio, simultaneamente à divulgação de estudos que apontam o papel deletério dos combustíveis fósseis na emissão de gases que podem levar a mudanças climáticas.

Embora os estudos do IPCC apontem a necessidade de, partindo dos níveis atuais, reduzir as emissões entre 50% a 85% até 2050, para manter o aquecimento global entre 2°C e 2,4°C, as emissões mundiais de CO₂ e a demanda por petróleo permanecem aumentando continuamente e a manutenção deste quadro poderia gerar uma alteração irreversível no meio ambiente natural e mudanças significativas em diversos aspectos da vida.

Neste contexto, a alteração no perfil da demanda energética, a ampliação da eficiência na produção e no uso final de energia e a substituição de energias fósseis por energias renováveis, constituem desafios da maior relevância. O enfrentamento destes desafios, contudo, não pode ser efetivo, se não se considera a complexidade das inter-relações entre a questão energética e o sistema mundial produtor de mercadorias.

Este artigo tem como objetivo contrastar os cenários energéticos para as próximas décadas com as políticas de aumento da eficiência energética e estímulo à substituição das energias fósseis pelas renováveis que estão sendo implementadas ou recomendadas, com destaque para as proposições elaboradas pelo grupo de estudos no relatório do *InterAcademy Concil* (2007) liderado por Steven Chu, atual Secretário de Energia dos Estados Unidos da América, e José Goldemberg, professor da Universidade de São Paulo, Brasil.

CENÁRIOS

A Agência Internacional de Energia, órgão vinculado aos países da OCDE, publica periodicamente o “*World Outlook Energy*”. Apoiado em ampla base empírica, estes estudos apresentam o quadro atual da questão energética e projetam cenários para as próximas décadas. Em sua edição de 2008, este relatório afirma claramente que o padrão atual de oferta e demanda de energia é insustentável ambientalmente, mas também nas perspectivas econômica e social, existindo, portanto, a necessidade (e a possibilidade) de alterar esta tendência.

A continuidade das tendências atuais aponta para uma emissão de gases relacionados ao efeito estufa que poderiam causar uma elevação da temperatura média da terra em até 6°, gerando consequências cumulativas não totalmente previsíveis, porém nefastas, para a vida no planeta.

A matriz energética atual é responsável pela maior parte (61%) das emissões destes gases. Como evidencia o gráfico 1, mais de 80% da oferta primária de energia vem de origem fóssil (petróleo 34,4%, carvão 26%, gás 20,5%). Esta composição apresenta um ritmo de redução relativamente lento da participação dos combustíveis fósseis, que em 1973 representavam 86,5%. Concretamente, em termos absolutos, estes dados indicam um expressivo crescimento da utilização dos combustíveis fósseis e, portanto, das consequências ambientais, sociais e econômicas associadas ao seu consumo.

Ou seja, os choques do petróleo na década de 1970 foram insuficientes para interferir decisivamente no rumo do crescimento da demanda por este combustível daqueles dias até hoje. A indústria pode ter deixado de consumir petróleo passando para sistemas de geração térmica a carvão e gás, mas o desenvolvimento dos meios de transportes em todo o mundo se ocupou em consumir o petróleo economizado e muito mais que isso.

Gráfico 1 - Evolução da oferta total de energia primária no mundo entre 1971 e 2006 por combustível (OCDE/AIE 2008)

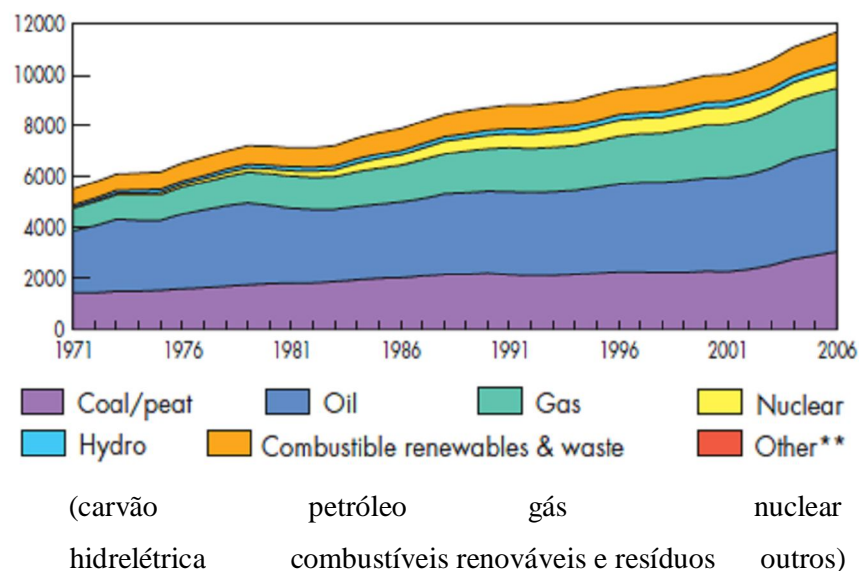
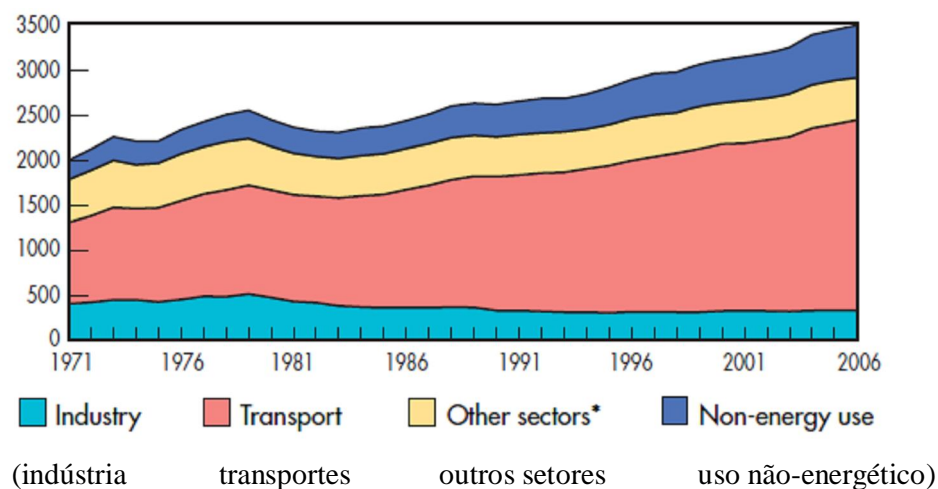


Gráfico 2 - Evolução do consumo final total de petróleo entre 1971 e 2006 por setor (Mtpe) (OCDE/AIE 2008)



Mesmo considerando os efeitos das políticas adotadas até meados de 2008 para aumentar a eficiência energética e acelerar o desenvolvimento das energias renováveis, o “cenário de referência” elaborado pela Agência Internacional de Energia, estima que até 2030 a demanda primária de energia cresce em média 1,6% ao ano, gerando um aumento acumulado da ordem de 45%, o que significa um consumo superior a 17 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (MtEP), como mostra o gráfico 3. Ocorre que, deste total acumulado, 30% virá do petróleo, 29% do carvão e 22% do gás,

mantendo, assim, uma participação superior a 80% dos combustíveis fósseis na matriz energética.

Cabe ressaltar que as reservas comprovadas de petróleo e demais combustíveis fósseis disponíveis no planeta vão muito além do necessário para este desempenho, ainda que a custo mais elevado, vinculado à maior dificuldade de extração em áreas que só apresentam viabilidade econômica à medida que o preço do petróleo se eleva. Neste contexto, o aumento da produção nos países onde os custos são menores, localizados principalmente no oriente médio, é crucial.

Evidentemente, este cenário implica um aumento insustentável na tendência de aquecimento global. A principal ameaça, portanto, não vem do esgotamento das principais fontes de energia, mas de sua abundância. Como afirma Prevót (*apud* SACHS, 2007):

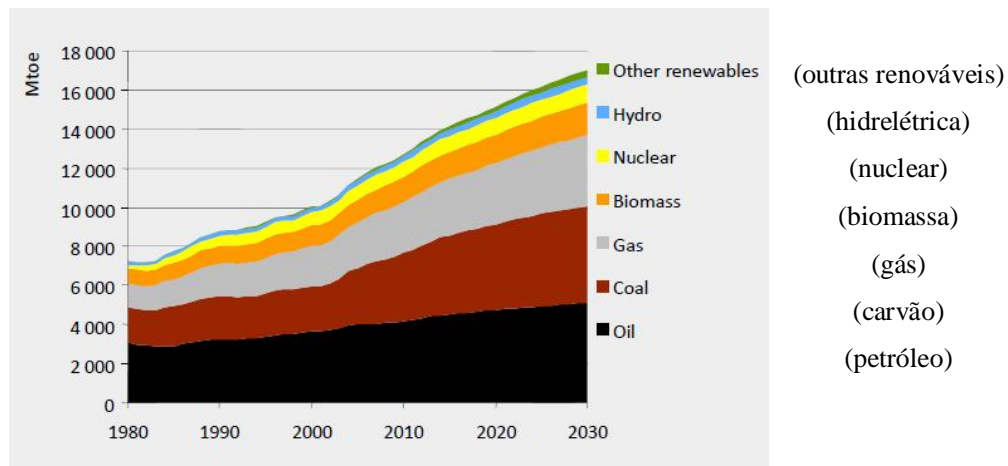
“o perigo que ameaça a humanidade não é o de falta de energia fóssil; bem ao contrário, ele provém da sobreabundância da energia fóssil. A economia da energia fóssil assemelha-se à economia da droga: uma abundância que arruína a saúde e conduz à morte na falta da vontade de se privar deste produto perigoso”.

As fontes de energias renováveis (excluindo a biomassa e a hidráulica) crescem em média, neste cenário, a uma taxa superior a qualquer outra fonte (7,2% ao ano). Contudo, como partem de uma base muito restrita, sua participação na matriz energética permanece muito reduzida, como pode ser observado no gráfico 3.

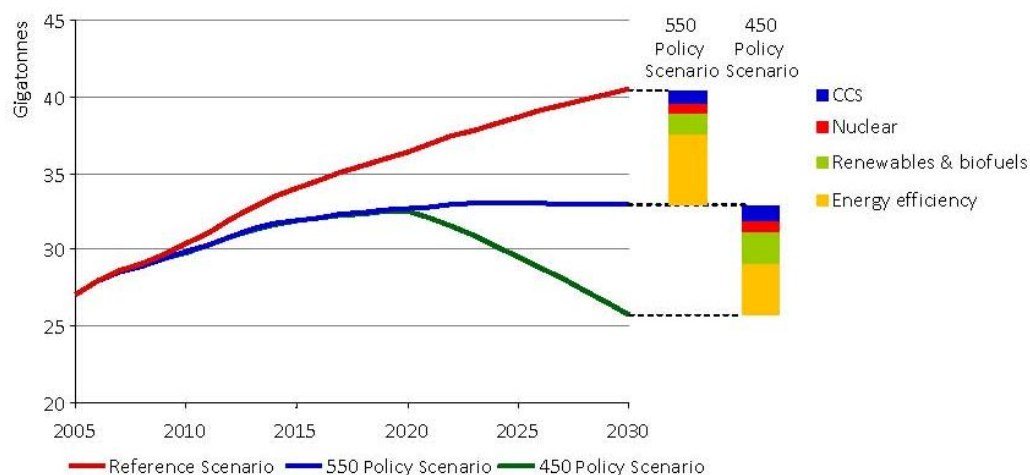
Desta forma, o cenário referência constitui uma espécie de “crônica da morte anunciada”, marcada pela manutenção da tendência de expansão do consumo de energia baseado em fontes fósseis, o que gera a necessidade de constituição de novos cenários. Para que a temperatura aumente em “apenas” 3°C, a previsão é de que a concentração de gases de efeito estufa deve ser de 550ppm de CO₂ equivalente, vinculados a um crescimento de 32% da demanda mundial de energia primária até 2030. A participação das fontes fósseis decresce comparativamente às de baixa emissão de carbono, como a nuclear, as diversas fontes renováveis e aquelas cujas instalações de produção de

energia a partir de combustíveis fósseis sejam convenientemente equipadas para capturar e armazenar o carbono emitido.

**Gráfico 3 - Demanda mundial por energia primária no Cenário Referência
(Mtpe) (IEA)**



**Gráfico 4 - Reduções nas emissões de CO₂ relacionadas à produção de energia
para as diretrizes climáticas dos cenários² (OCDE/AIE 2008)**



A questão relevante, contudo, é limitar a concentração de gases de efeito estufa em 450ppm de CO₂ equivalente, para que a temperatura aumente apenas cerca de 2°C, na expectativa de evitar, assim, mudanças climáticas de maiores proporções. Este cenário

² Tradução da Legenda: (azul) CCS-Carbon Capture & Storage_Captura & Armazenamento de Carbono / (vermelho) Nuclear / (verde) Renewable & biofuels_Renováveis e Biocombustíveis / (amarelo) Energy Efficiency_Eficiência Energética

só seria viável no caso de as emissões de CO₂ vinculadas a geração de energia caírem severamente a partir de 2020 atingindo cerca de 26 Gt em 2030. Desta forma, as políticas de redução devem considerar a importância relativa dos países que respondem pela maior parte das emissões: Estados Unidos, União Européia, China, Índia e Rússia.

Para o Fórum de Lideranças em Sequestro de Carbono (*Carbon Sequestration Leadership Forum-CSLF*) as tecnologias desenvolvidas devem ser amplamente disponibilizadas inclusive para ajudar os países em desenvolvimento a aplicá-las. As principais tecnologias de captura do carbono são: remover o CO₂ antes da combustão através do tratamento do carvão; outra opção, após a combustão, é o resfriamento do gás e adição de carbonato de amônio que em atrito libera o bicarbonato de amônio; este auxilia na separação do CO₂ que será armazenado no subsolo enquanto gases mais limpos são liberados na atmosfera; uma terceira maneira seria a queima com oxigênio extra para produzir um CO₂ quase puro. Estes sistemas de captura e armazenamento de carbono no subsolo através de avançadas tecnologias são hoje altamente incentivados em um esforço internacional liderado pelos Estados Unidos para torná-los comercialmente competitivos e seguros, a fim de controlar as emissões de gases de efeito estufa e diminuir o ritmo do aquecimento global. No armazenamento de CO₂, os gases capturados são injetados em formações geológicas como aquíferos salinos de arenito ou de calcário e em antigos campos de gás e petróleo. Mas ninguém sabe o que acontece ao gás no subsolo, o que demonstra o grande equívoco que esta iniciativa sugere, ao invés de solucionar o problema evitando por princípio a emissão através de fontes de energia sem emissão de carbono.

A previsão é de que a energia oriunda de fontes renováveis possa ter sua participação ampliada significativamente, chegando a cerca de 40% da geração de eletricidade em 2030. Contudo, as transformações políticas e tecnológicas necessárias para a viabilização deste cenário ainda não estão consolidadas. Quem dirá os preparativos para a conformação de mudanças culturais e do modo de vida das sociedades modernas!

Se por toda a Europa houve uma saturação da ocupação do espaço pelos homens, das terras marginais às estepes, e florestas intensivamente ocupados, suportar a expansão demográfica e progresso técnico. Como, por exemplo, a Inglaterra, que já tinha problemas de escassez e altos custos da lenha a partir do século XIII, devido à forma como empreenderam a “desestocagem” das reservas florestais. Quer se trate de

construção, marcenaria, fabricação de ferramentas ou de navios, a madeira era onipresente. Seguiram-se três séculos de contenção, através de uma verdadeira estratégia de defesa dos espaços florestais, mas estes foram novamente devastados no século XV a ponto que a lenha começou a faltar e as pessoas tiveram que se voltar para um novo combustível: o carvão – pouco apreciado pelo odor desagradável ao queimar. Esta foi uma “revolução energética sem precedentes, pois marca a passagem da utilização de fontes de energia renováveis ao emprego de recursos fósseis na escala da história.” (Hemery, Debeir & Deléage, 1993).

Mas Sachs (2007), assim como outros teóricos, tem alertado para as recentes – porém antigas – restrições ecológicas, pois é historicamente como os homens se recordam da soberania do planeta por todos os séculos:

“o que diferencia a revolução energética atual é que nenhuma das energias alternativas oferece, por enquanto, vantagens econômicas claras com relação ao petróleo e seus derivados. Ao mesmo tempo, o imperativo ecológico vai, segundo tudo indica, atuar com uma força cada vez maior, à medida que se afinam os contornos da crise desencadeada pelas mudanças climáticas.”

RECOMENDAÇÕES

Em meio ao debate e a busca de alternativas para a questão energética contemporânea e suas interfaces com as mudanças climáticas, um dos documentos que se destaca é o relatório de 2007: *“Lighting the way: Toward a sustainable energy future”* do Conselho InterAcademico. Algumas das conclusões do relatório são: promover esforços combinados para aperfeiçoar a eficiência energética e reduzir a intensidade do carbono na economia mundial disseminando melhoramentos através de tecnologias mais limpas e eficientes. O alinhamento de incentivos econômicos com objetivos sustentáveis de longo prazo deve ser alvo de políticas e regulamentações, de maneira a induzir o declínio do índice mundial dos processos, produtos e serviços urbanos energo e carbono-intensivos na economia global, assim como incentivar a rotulagem e padrões mínimos para equipamentos.

Acordos intergovernamentais de preços para emissão de carbono são componentes-

chave das ações de redução de CO₂ no mundo. O desenvolvimento de novas tecnologias de armazenagem pode contribuir para viabilizar fontes intermitentes de energia renovável, como a solar e a eólica. Para isso, muito deve ser investido em infra-estrutura de transmissão à longa distância – facilitando também o acesso aos modernos serviços de energia ao mundo pobre, especialmente as áreas rurais – e em Pesquisa e Desenvolvimento de novas fontes para o futuro, como o Hidrogênio (perspectivas de viabilidade comercial somente para meados do século ou depois), que podem contribuir para uma variedade de opções de oferta de energia.

Conclui que é tecnicamente possível, através de melhorias na eficiência dos automóveis, permitir que um indivíduo tenha a mesma mobilidade dos dias de hoje se utilizando de um décimo do consumo de energia primária atualmente associada ao quilômetro rodado por passageiro em uma viagem. Mas a média de economia de combustível por automóvel individual não avançou muito, pois a importância maior foi dada à outros atributos dos veículos como volume interior, segurança e performance de aceleração, segundo o relatório. Na realidade, trata-se de uma visão superficial da questão, onde tornar as máquinas mais eficientes é o único fim, sem vir a discutir os graves problemas que o excesso de veículos individuais tem trazido ao “bem estar das cidades”. A dependência do cidadão “global” em relação aos automóveis para se locomover é vergonhosa, de São Paulo ou Los Angeles, Lima ou Beijing, justificam-se por sistemas viários que não contemplam a eficiência, esta sim, de um transporte coletivo não poluente, seja em países industrializados – caso extremamente representativo das cidades norte-americanas – ou não, nas pequenas e grandes cidades ao redor do mundo.

De alguma forma os autores lembram que algumas teorias econômicas sugerem que ao mesmo tempo em que são realizados aperfeiçoamentos de eficiência energética para reduzir os custos de certas atividades, produtos ou serviços, espera-se um aumento do consumo destes bens, estimulado pelo crescimento econômico que motivou estes mesmos investimentos. A tendência das economias modernas é realizar mais e mais conversões de energia primária em formas refinadas e mais úteis de energia – como eletricidade e os combustíveis – entretanto é justamente nestes processos em que geralmente ocorrem as maiores e inevitáveis perdas de eficiência. Historicamente a mudança para a eletricidade apresenta grandes impactos à eficiência do uso final, no âmbito do conforto e nas atividades disponíveis às pessoas.

Para garantir a continuidade do padrão de conforto da humanidade e permitir o acesso à energia pela população que ainda não possui, muitos organismos tem destacado a importância da adoção de recentes técnicas de captura e armazenamento de CO₂ pelos mais diversos países do globo e do compromisso das corporações multinacionais com “iniciativas voluntárias ambiciosas na promoção da eficiência energética e redução da emissão de gases de efeito estufa”. Todavia é preciso reconhecer que o alastramento de dependências filiais ao redor do mundo não contempla esta visão ao viabilizar processos altamente poluidores, energo-intensivos e de exploração da mão-de-obra a baixo custo; fica claro que existe uma competitiva corrida pelo status de “empresa eficiente energeticamente”, mas também um total descolamento da grande responsabilidade sócio-ambiental que deveriam assumir antes de ampliar sua cadeia de produção com forte redução de custos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estas recomendações, apesar de apontarem para uma redução gradativa das emissões de CO₂ de origem energética, são insuficientes diante dos cenários apresentados. É importante lembrar que algumas questões fundamentais permanecem ausentes neste tipo de abordagem e que é necessário vincular o crescente agravamento das questões ambientais ao predomínio de um sistema em busca de expansão constante, sem levar em consideração, contudo, o fato de estar circunscrito em um planeta com recursos limitados. “Hoje, mais que nunca, a verdade está no todo...” (HÉMERY, DEBEIR & DELÉAGE, 1993).

Deve ser considerada a análise de Altvater (*apud* ROMERO, 1997) de que “a exacerbação dos problemas ambientais é inerente ao processo de desenvolvimento capitalista e conduz, inexoravelmente, como duas faces da mesma moeda, a uma polarização entre, de um lado, uma minoria de países com alto nível de consumo de recursos naturais, e de outro, os demais países excluídos destes benefícios, fadados a servirem como reserva destes recursos ou receptáculos da poluição passível de externalização por parte dos primeiros (como depósitos de resíduos perigosos ou como produtores de bens cujos processos produtivos são altamente poluentes)”.

A necessária aceleração da substituição dos combustíveis fósseis por renováveis não ocorrerá em ritmo suficiente se deixada aos desígnios do mercado. O papel dos governos é crucial e pode manifestar-se na implantação direta de projetos ou na fixação de metas a serem cumpridas pelas empresas do setor energético. O caráter concentrador do processo de crescimento baseado em recursos fósseis extraídos em diversas partes do mundo para abastecer os países considerados desenvolvidos, manifesta-se também na exclusão de grande parcela da população mundial que permanece sem acesso a eletricidade.

Neste contexto, a noção de eficiência não pode ficar restrita à viabilização tecnológica de, por exemplo, veículos mais econômicos. Precisam ser questionados os sistemas de transportes que estimulam o individualismo e de maneira mais ampla, os estilos de vida e consumo na participação dos ganhos com eficiência.

Qual é a eficiência que se deseja atingir? A eficiência do mercado, que tem demonstrado os mais diversos problemas de recuperação a cada nova crise (que inclusive são cada vez mais constantes)? Ou uma eficiência social, onde cada indivíduo exerce sua cidadania e tem direitos iguais a qualquer custo? Ou ambiental, na qual a eficiência se dá através dos resultados do impacto ecológico que se manifesta com clareza somente no longo prazo – fora do horizonte de análise de escolas econômicas, que resistem em reconhecer os limites da atividade antrópica.

Enfim, a questão energética precisa ser analisada como parte fundamental de um sistema que identifica a natureza apenas como recurso a ser dominado e utilizado em seu processo de reprodução, e que manifesta de maneira cada vez mais acentuada sua inviabilidade ambiental e social.

“...A transição (substituição energética) não pode reduzir-se a simples aperfeiçoamentos técnicos ou ao desenvolvimento de novas linhas energéticas: ela implica necessariamente, a mutação completa das sociedades, na escala do mundo. Quaisquer que possam ser sua duração e seu ritmo, esta mutação será global. Nenhuma revolução, até hoje, questionou realmente ou duradouramente as bases materiais da organização social, as quais não poderiam, aliás, ser modificadas por decreto. No entanto, nenhuma

alternativa social será concebível, de agora em diante, se não implicar o estabelecimento de um novo sistema energético.” (HÉMERY, DEBEIR & DELÉAGE,1993)

ILUMINANDO O CAMINHO: SÃO AS TECNOLOGIAS DE CAPTURA E SEQUESTRO DE CARBONO CAPAZES DE PROMOVER A DESCARBONIZAÇÃO DAS USINAS À CARVÃO?

Julyana Pereira Simas

Natália Pereira de Moraes

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

Este trabalho visa apresentar discussões sobre a recomendação 3 do Relatório *“Iluminando o Caminho: Rumo a um futuro de energia sustentável”*. Esta recomendação aborda as tecnologias para captura e sequestro de carbono, visando a diminuição de emissões dos combustíveis fósseis, em especial, do carvão. Aqui serão feitas abordagens sobre a situação atual das reservas e do uso do carvão e será explanado também os aspectos ambientais decorrentes da produção e consumo, estabelecendo um paralelo entre estas temáticas a fim de elucidar quanto a questionamentos sobre as consequências do uso do carvão na atualidade.

Palavras-Chave: Carvão, Mudanças Climáticas, Termoelétricas, Captura e Sequestro de Carbono.

ABSTRACT

The main purpose is to demonstrate some discussions about the third recommendation of the Report *‘Lightning the way – Toward a sustainable energy future’*. This recommendation approaches about carbon capture and storage technologies, aiming at diminish the emissions from fossil fuels, especially coal. Here, will be made some approaches about current reserves’ situation and use of coal as long as will be explained the environmental aspects originated from production and consumption, establishing a parallel between these issues to elucidate questions about the consequences of the coal usage nowadays.

Key-words: Coal, Climate Change, Thermoelectric, Carbon Capture and Sequestration.

INTRODUÇÃO

A instituição *InterAcademy Council*, cuja missão é elaborar relatórios científicos para auxiliar governos e organizações a enfrentar os desafios atuais, concluiu, em outubro de

2007, um Relatório intitulado: *“Iluminando o Caminho: Rumo a um futuro de energia sustentável”*. Elaborado através da coordenação conjunta de José Goldemberg e Steven Chu, o Relatório propõe alternativas tecnológicas e de gestão para promover um sistema energético mundialmente sustentável.

O tema sustentabilidade energética é abordado sob diversos enfoques, enfatizando a inovação tecnológica e cooperação internacional. São apresentadas nove recomendações, sendo que este trabalho abordará a terceira, tendo por objetivo apresentar as idéias contidas no Relatório bem como o atual cenário dos combustíveis fósseis, especialmente o carvão, estabelecendo vínculo entre os dados a fim de verificar a viabilidade prática da proposta apresentada a curto e longo prazos.

A energia gerada a partir do carvão vem agregada a fatores como emissões de gases poluentes, movimentação da economia, geração de trabalho, algumas vezes condições precárias de trabalho, dentre tantos outros pontos de vista que podem ser tomados para análise. Esses fatores podem ser apresentados como vantagens ou desvantagens e alguns deles serão aqui discutidos para que se possa ter uma visão mais clara da temática do carvão como fonte de energia.

A estrutura aqui apresentada se iniciará com uma descrição do cenário atual. Posteriormente, serão feitas discussões sobre segurança energética. Em seguida, serão abordados os problemas ambientais vinculados ao uso do carvão. Finalmente, estarão contidas informações sobre as tecnologias atuais e sua viabilidade comercial.

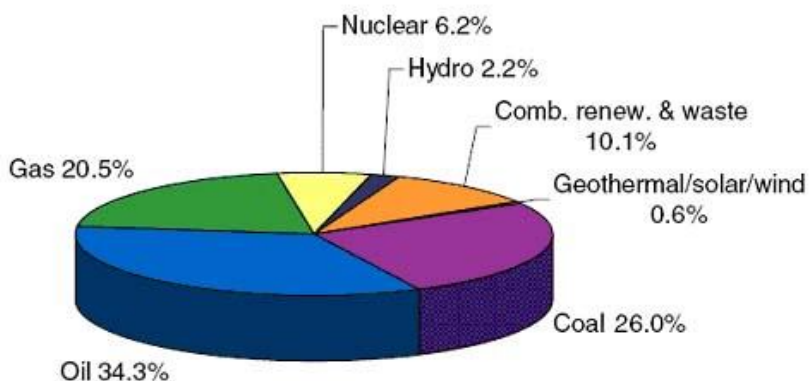
CENÁRIO

Estamos, segundo Ignacy Sachs, na terceira grande transição ao longo da história da co-evolução da espécie humana com a biosfera. A primeira ocorreu com a passagem da coleta e da caça para a agricultura e criação de animais há milhares de anos atrás. A segunda era, das energias fósseis (carvão, petróleo e gás), iniciou-se há poucos séculos e marcou grandes avanços da humanidade como a passagem de uma sociedade rural para uma sociedade urbana e industrial. Desde então, a demanda por energia tem crescido exponencialmente, devido dentre outros fatores, ao aumento da população mundial e ao

crescimento econômico elevado. Preocupações ambientais e segurança energética assinalam a terceira transição: nova geração de tecnologias e recursos energéticos.

A Figura 1 apresenta a demanda mundial de energia primária por fonte. Conforme essa, cerca de 80% da energia global provém de fontes fósseis, sendo o carvão responsável por 26% da demanda total. E, de acordo com o Relatório os combustíveis fósseis continuarão a representar um papel dominante na oferta energética nas próximas décadas, mesmo com esforços para promover a eficiência energética e alternativas descabornizadas.

Figura 1 - Demanda mundial de energia primária por fonte em 2006 (EIA, 2008)



Estima-se que o consumo de carvão aumentará em 50% até 2030, ou seja, das atuais 2.389 toneladas equivalentes de petróleo em 2002 para 3.601 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (EIA, 2008). Exemplo importante desse crescimento, a China sozinha expande sua produção elétrica baseada no carvão em 50 GW por ano. O consumo de carvão na China pode dobrar em 7 anos.

Na visão de Sachs, os maiores desafios da humanidade são: mudanças climáticas, necessidade de alterar drasticamente a matriz energética e os déficits crescentes de oportunidade de trabalho decente no mundo. Em suas palavras:

"Convém buscar soluções simultâneas à ameaça de mudanças climáticas deletérias e possivelmente irreversíveis, ao avanço das desigualdades sociais e ao déficit crônico e grave de oportunidades de trabalho decente" (SACHS, 2008).

De acordo com o Relatório, o *World Energy Outlook* e a *Energy Information Administration* sugerem que se os níveis de emissão continuarem nas tendências atuais haverá um aumento de 55% na emissão de CO₂ (de 2004 a 2030).

Segundo Carlos Nobre, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a intensidade dos furacões, tufões e ciclones tropicais vem crescendo nos últimos 30 anos e a principal causa é atribuída ao aumento de 0,5°C na temperatura do oceano Atlântico nos últimos 40 anos. Analisando este e outros fatos, que têm sido apresentados, incluindo a situação atual das emissões e todas as alterações climáticas presenciadas nos últimos tempos, o mundo precisa de mudanças imediatas em seus padrões de vida para conseguir amenizar os impactos do aquecimento global (NOBRE *apud* GREENPEACE, 2006).

Para que isso ocorra, é necessário investimento, principalmente, em eficiência energética e alternativas limpas de energia em substituição aos combustíveis fósseis, principais vilões das emissões segundo relatório do Greenpeace, contribuindo com 76,14% do total.

As proposições feitas por Hansen (2009), como estabelecer preço para as emissões, incentivam o investimento em eficiência e alternativas energéticas. Hansen afirma que 2009 e 2010 serão provavelmente os anos mais quentes já registrados. Isso se deverá, segundo ele, ao excesso de carbono acompanhado ainda pelo fenômeno El Nino. Com relação aos acordos climáticos, ele não se diz otimista. Cita que, se forem feitas propostas de compensação de emissões, seria melhor aguardar mais um ou dois anos e fazer um “bom acordo”, que realmente surta efeito no clima. Como bom acordo, pode-se entender aquele que estabeleça um preço para as emissões de carbono e crie em plano para cessar o uso do carvão.

Há anos discute-se a importância de investimentos em pesquisas de tecnologias de carvão limpo (*Coal Cleaning Technologies*, CCTs) como forma de minimização dos impactos ambientais. Como exemplo, pode-se citar o artigo de GOMES, *et al.*, que em 1998 considerava tais tecnologias como pesquisas a serem realizadas de imediato, sendo mencionada inclusive a importância da cooperação internacional.

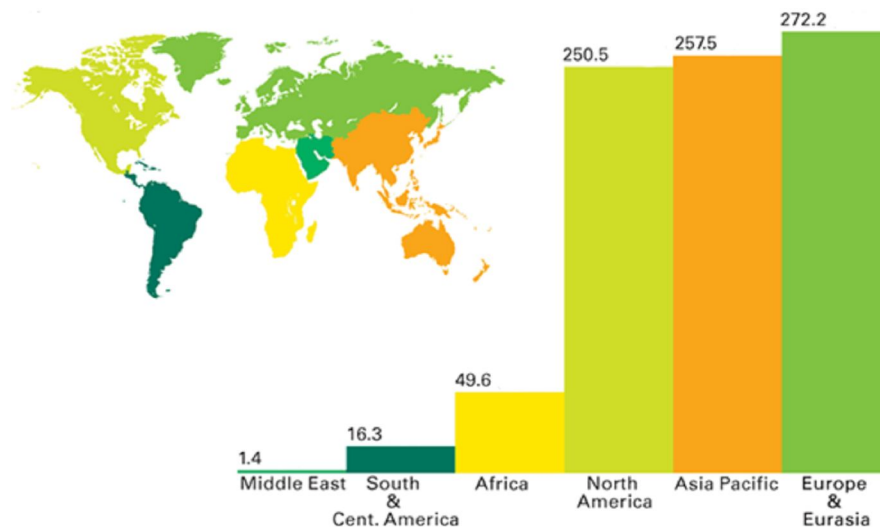
SEGURANÇA ENERGÉTICA

Alguns países possuem grande parte da sua matriz energética baseada em carvão. De acordo com o Relatório do IAC, a previsão é de que as reservas de petróleo e gás natural durem entre 40 e 60 anos enquanto para as reservas de carvão, a previsão é de 150 anos. O crescimento da economia se alia ao aumento da demanda por energia, e esta é buscada em todas as fontes possíveis, levando-se em conta disponibilidade e custos como principais fatores.

Apresentam-se dados sobre a disponibilidade e uso do carvão na atualidade fazendo um paralelo com a questão da segurança energética. Entende-se por segurança energética, a garantia de disponibilidade de energia para o país de forma a assegurar sua demanda atual e os incrementos futuros, garantindo também, desta forma, energia para seu crescimento.

A Figura 2 contém informações sobre as reservas comprovadas de carvão no final de 2007, por região, sendo estas, Meio Oeste, América Central e do Sul, África, América do Norte, Ásia Pacífico, Europa e Eurásia.

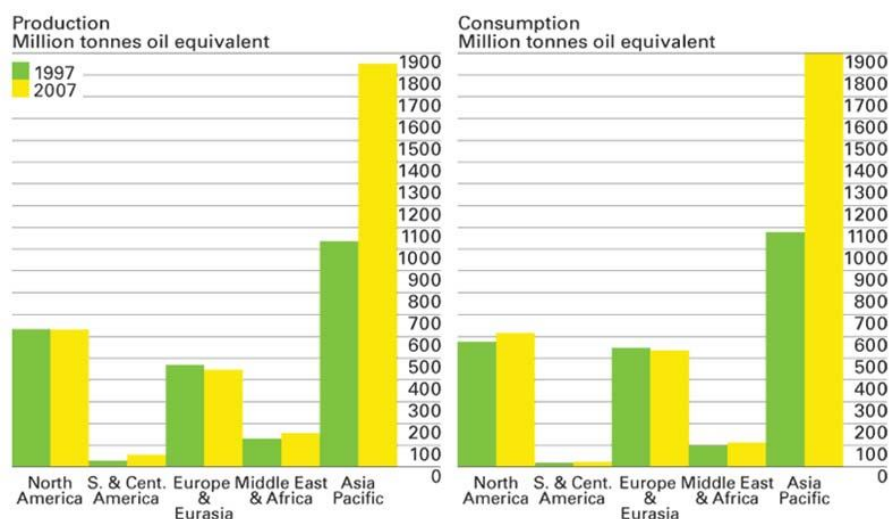
Figura 2 – Reservas comprovadas de carvão - final de 2007 (bilhões de toneladas)
(BP, 2008)



Nas regiões da América do Norte, Ásia Pacífico e Europa e Eurásia, as reservas estão muito próximas, em números, possuindo a primeira 272,2 bilhões de toneladas, a segunda 257,5 bilhões de toneladas e a terceira 250,5 bilhões de toneladas. A África contém uma pequena participação no total mundial com 49.6 bilhões de toneladas, seguida pela América do Sul e Central com 16.3 bilhões de toneladas e o Oriente Médio com 1.4 bilhões de toneladas.

O Gráfico 1 contém dados de produção e consumo de carvão no ano de 1997 e no ano de 2007.

Gráfico 1 – Produção e consumo de carvão em 1997 e 2007 (em tEP)(BP, 2008)













O Gráfico 1 mostra que em 10 anos a produção e consumo de carvão se manteve praticamente a mesma em todas as regiões, exceto pela Ásia Pacífico que subiu em 800 tEP tanto a produção quanto o consumo, sendo este o pico no qual a China está inserida.

A Tabela 1 apresenta os maiores produtores mundiais de carvão em ordem crescente. A produção é dada em milhões de toneladas anuais.

**Tabela 1 – Produção anual de carvão dos principais produtores mundiais
(NAT, 2004.)**

(Posição/ País / Milhões de toneladas anuais)

	1° / China / 1.171
	2° / EUA / 899
	3° / Índia / 310
	4° / Austrália / 238
	5° / África do Sul / 225
	6° / Rússia / 169
	7° / Polónia / 102
	8° / Ucrânia / 81
	9° / Indonésia / 79
	10° / Cazaquistão / 71

Dados de novembro de 2002 ⁽¹⁾

A Tabela 1 apresenta a China como maior produtor de carvão mineral do mundo, sendo sua produção de 1.2 bilhões de toneladas anuais; em seguida vêm os USA com 899 milhões de toneladas anuais; em terceiro a Índia com a produção de 310 milhões de toneladas anuais, sendo este o patamar no qual está inserido esse país.

Devido ao carvão ser uma fonte abundante nos países mencionados, este é considerado importante para a manutenção e aumento na geração de energia elétrica, contribuindo desta forma para a segurança energética do país. Nestes casos, a idéia de substituição ou redução do uso desta fonte, com vista à redução das emissões, pode ser vista com aversão.

Para se estabelecer uma comparação entre a reserva e consumo, vale algumas informações mundiais de geração e dados dos países já apresentados como principais produtores. O Quadro 1 apresenta dados sobre o consumo de energia mundial. A primeira coluna contém os anos de obtenção dos dados, sendo estes 2004, 2005 e 2006. As demais colunas descrevem os respectivos consumos de diferentes fontes energéticas,

sendo elas Petróleo e derivados, gás natural, carvão, nuclear e hidráulica. A última coluna apresenta o total de todas as fontes nesses anos.

Quadro 1 – Consumo de energia primária por fonte – 2006
(BP *apud* DUKE-ENERGY, 2007)

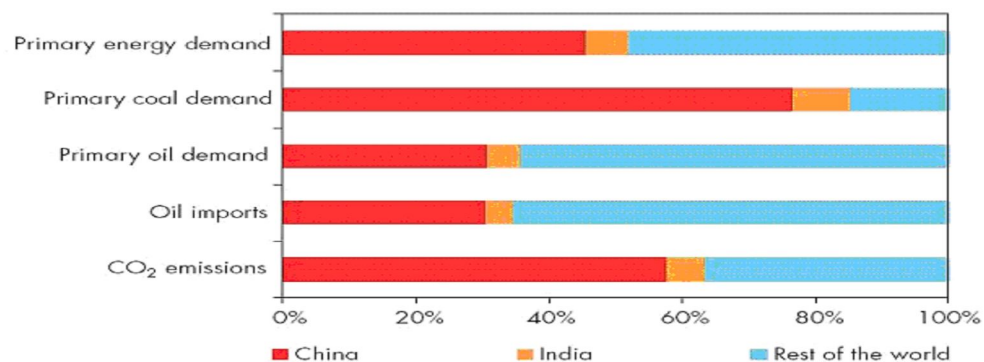
Ano	Petróleo e Derivados	Gás Natural	Carvão	Nuclear	Hidráulica	Total
Consumo de Energia (bilhões de TEP)						
2004	3,81	2,44	2,81	0,63	0,64	10,32
2005	3,86	2,51	2,96	0,63	0,67	10,62
2006	3,89	2,57	3,09	0,64	0,69	10,88
Crescimento em Relação ao Ano Anterior						
2005	1,2%	3,2%	5,4%	0,2%	3,6%	2,9%
2006	0,7%	2,5%	4,5%	1,4%	3,2%	2,4%
Participação no Consumo de energia Primária						
2004	36,9%	23,6%	27,2%	6,1%	6,2%	100%
2005	36,3%	23,6%	27,8%	5,9%	6,3%	100%
2006	35,8%	23,7%	28,4%	5,8%	6,3%	100%

O carvão está em segundo lugar entre as fontes de energia mais consumidas no mundo, tendo representado 27,2% do consumo total mundial em 2004, 27,8% em 2005 e 28,4% em 2006. O carvão possui uma das participações mais expressivas junto a petróleo e derivados e gás natural, sendo que o primeiro lidera o consumo, com 35,8% do total em 2006 e o gás natural está em terceiro lugar com 23,7%; hidráulica e nuclear participam com 6,3% e 5,8%, respectivamente. O crescimento no consumo do carvão de 2004 para 2005 foi de 5,4% e de 2005 para 2006, foi de 4,5%, sendo estes os crescimentos mais expressivos quando comparados aos dados das outras fontes.

China e Índia são os dois gigantes da economia emergente mundial e são centros de consumo de energia. Os índices de crescimento da economia da China e Índia vêm acompanhados por uma demanda crescente de energia. O aumento no consumo de fontes fósseis tem sérias implicações para o meio ambiente, tanto na poluição local como no aumento das emissões de gases do efeito estufa (WEO, 2007).

A Figura 3 apresenta a parcela da China e Índia, no crescimento da demanda por energia, importação de petróleo e emissões de CO₂.

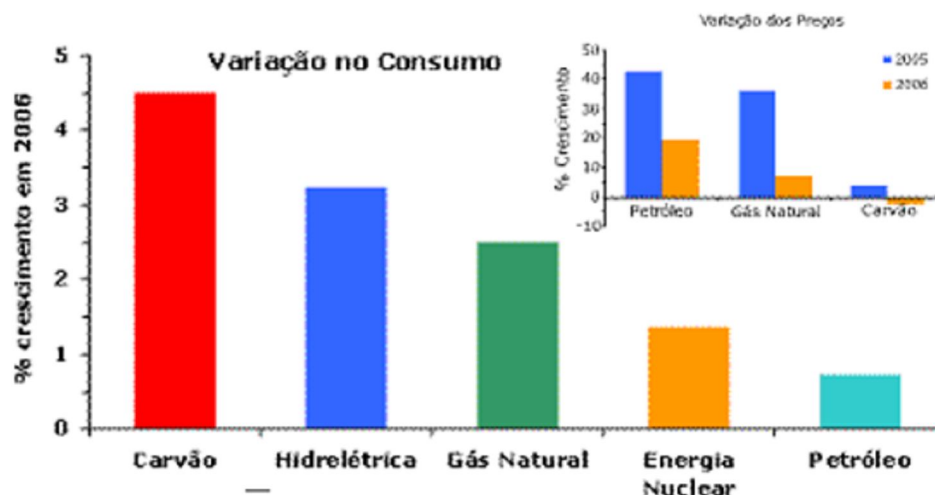
Figura 3 - Parcela da China e Índia no crescimento da demanda por energia, importação de petróleo e emissões de CO₂. (WEO, 2007)



A demanda por energia primária na China representou mais de 50% do aumento mundial; a Índia foi responsável por aproximadamente 6%. Quanto ao crescimento na demanda por carvão, a China participa com quase 80% do total mundial e a Índia com aproximadamente 9%, sendo assim, o restante do mundo corresponde a pouco mais de 10% no aumento da demanda. Com relação às emissões de CO₂, os números são expressivos: a China contribui com quase 60% das emissões mundiais e a Índia com aproximadamente 5%. Levando estes dados em consideração, a redução da emissão de CO₂ nestes países teria um impacto notável perante as emissões mundiais, visto que a matriz energética da China é composta em grande parte por carvão, este pode ser visto como um gargalo frente à redução nas emissões.

O Gráfico 2 apresenta as variações no consumo e no preço da energia no ano de 2006. Sendo os valores expostos em dois gráficos lado a lado.

Gráfico 2 – Variações no consumo e preço da energia.
(BP *apud* DUKE-ENERGY, 2007)



Através do Gráfico 2 pode-se perceber que o preço do carvão teve um leve crescimento em 2005 e uma queda no ano de 2006, fator este que caminha em paralelo com o crescimento do consumo do carvão no ano de 2006, sendo este de aproximadamente 4,5%. Os dados apresentados sugerem que o fator “custo” é extremamente interligado ao fator consumo; esta lógica pode ser encarada de forma negativa quando se avalia que existem outros pontos relevantes (como visão ambiental e social) que deveriam ser amplamente considerados e que por vezes são relegados em segundo plano.

O Quadro 2 apresenta a geração total de energia elétrica nos Estados Unidos nos anos de 2006 e 2007 e a porcentagem de aumento entre estes dois anos.

Quadro 2 – Geração de energia elétrica nos EUA 2006-2007 (kWh)
(Adaptado de Energy Information Administration, 2008)

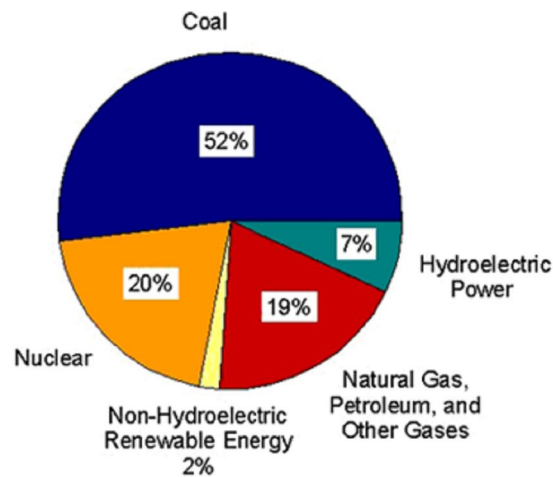
U.S. Total	2006	2007	Aumento de (%)
Carvão	1.969.737	1.998.390	1,5
Total de geração no país	3.908.077	4.005.343	2,5

O total de energia elétrica gerada entre os anos 2006 e 2007 foi de quase 4 GWh sendo quase 2 GWh gerados a partir de carvão. O aumento na geração do ano de 2006 para o

ano de 2007 foi de 2,5% sendo que só o aumento na geração a partir de carvão representou 1,5%.

O Gráfico 3 apresenta a geração de eletricidade nos Estados Unidos por fonte no ano de 2000.

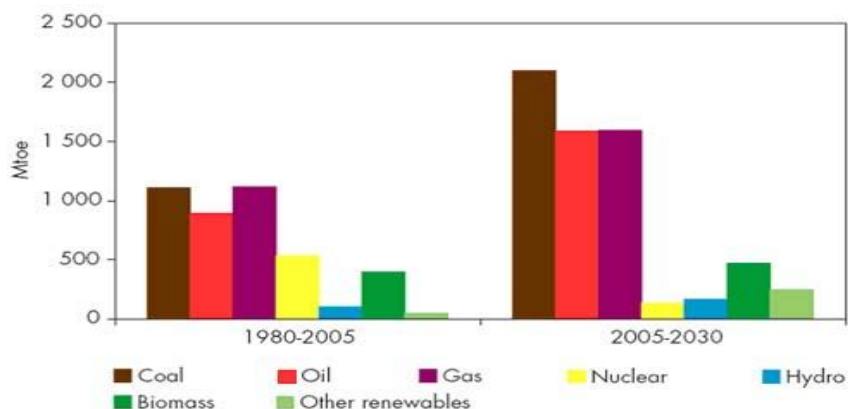
Gráfico 3 – Geração de eletricidade por fonte nos EUA no ano de 2000.
(EIA, 2000)



A geração a partir de carvão representou mais da metade da energia gerada, ou seja, 52%, seguido pela nuclear, com 20%, Petróleo, Gás Natural e outros gases, com 19%, hidroeletricidade com 7% e outras renováveis com 2%.

O Gráfico 4 apresenta o aumento na demanda primária de energia no período de 1980 a 2005 e de 2005 projetado para o ano de 2030.

**Gráfico 4 - Aumento na demanda primária de energia mundial por combustível
(WEO, 2007)**



O uso do carvão até 2005 se equiparava ao uso do gás, sendo os dois as principais demandas encontradas, seguidos pelo petróleo, nuclear, biomassa, hídrica e, por fim, outras renováveis. A projeção prevê que o carvão será a maior demanda encontrada até o ano de 2030. O cenário de projeção leva em conta as políticas já adotadas até o ano de 2007 e são levados em conta os pressupostos de crescimento econômico, populacional, preços da energia e as tecnologias se nada mais for feito pelos governos para alterar as tendências atuais da energia.

Pretendeu-se fornecer informações para que se tenha a real dimensão da presença e uso do carvão na atualidade. É possível reduzir ou abandonar o uso do carvão? A partir dos dados apresentados pode-se concluir que não é uma alternativa fácil de alcançar.

A grande disponibilidade deste recurso torna importante o investimento em tecnologias que façam do carvão uma fonte menos poluente em seu uso. As questões que ficam para reflexão são: estas tecnologias serão suficientes para mitigar os problemas ambientais enfrentados hoje? A seguir serão fornecidos subsídios para esta discussão.

PROBLEMAS AMBIENTAIS

Apesar de o carvão ser visto com bons olhos quando se trata de segurança energética, também devem ser considerados aspectos como problemas ambientais e sociais, inerentes à extração e ao uso de carvão mineral como combustível.

Os problemas ambientais decorrentes do processo de mineração do carvão envolvem desde contaminação hídrica, atmosférica, do solo, subsolo e da paisagem.

Poluição atmosférica

Os principais poluentes emitidos pela mineração e queima do carvão mineral se dividem em: material particulado (MP); metano (CH₄); dióxido de enxofre (SO₂); óxidos de nitrogênio (NO_x); monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂) (IPCC, 2006). Todos eles prejudiciais, em maior ou menor grau, ao meio ambiente, poluindo a atmosfera e conseqüentemente à saúde humana, afetando, por exemplo, o sistema respiratório.

O relatório '*Carvão: O combustível de ontem*' mostra através de um estudo realizado no Rio Grande do Sul em 1989 uma estreita relação entre exploração e uso de carvão mineral e má qualidade de vida. Segundo o estudo, a população que vive próxima às termoeletricas sofre com tosse crônica, doenças de pele, lacrimejamento e prurido nasal e ocular. Outros estudos apontam até mesmo a ocorrência de enfisema pulmonar e pneumoconiose nas cidades de Siderópolis e Criciúma, regiões exploradoras de carvão mineral (NAT, 2004).

São notáveis os efeitos prejudiciais do carvão mineral. Na medida em que aumenta a concentração de gases na atmosfera, são causados impactos duplamente prejudiciais: favorecimento do aquecimento global e danos a saúde humana. Talvez seja esse o impacto mais contraditório com os propósitos do protocolo de Kyoto, e também o mais desafiador. Serão as novas tecnologias capazes de reduzir de forma considerável todos esses poluentes?

Poluição hídrica

Em pesquisa realizada no estado de Santa Catarina é diagnosticado que o modelo extrativo adotado concentra seus esforços no rendimento econômico, sem considerar os custos sociais e ambientais inerentes, fazendo com que estes atinjam proporções alarmantes. Avalia-se que dois terços dos recursos hídricos superficiais estão hoje comprometidos, com os rios assoreados e praticamente mortos devido à mineração (POSSAMAI, *et al.*, 2007).

Um problema bastante constante e de difícil solução, segundo Hinrichs *et al.* (2008) é a 'drenagem ácida' que consiste na combinação de carvão, vapor de água e oxigênio formando o ácido sulfúrico (H_2SO_4) ou nítrico (HNO_3), responsável por danos à vegetação e à vida aquática, sendo comum encontrar rios com baixa qualidade de água a jusante de zonas de lavras. Além do problema da poluição dos recursos hídricos, a mineração coloca em risco também sua disponibilidade uma vez que utiliza enormes quantidades de água para remover impurezas contidas no carvão.

Solo

A mineração de superfície nos Estados Unidos causou fortes problemas ambientais no passado. Grandes extensões de terra foram abandonadas sem os necessários cuidados como a reposição da vegetação, causando dessa forma a erosão do solo. É por esse motivo que em vários países foram criadas legislações obrigando as mineradoras a recuperarem as áreas degradadas. Se as exigências forem cumpridas, é possível recuperar o solo e seguir com o reflorestamento ou até mesmo torná-lo próprio para a agricultura (NAT, 2004). Dessa forma se recupera também a paisagem, outrora afetada pela monotonia cinza.

Mas esta recuperação nem sempre acontece. Em muitos casos a região é abandonada sem os devidos cuidados. Como exemplo disso, conforme cita GOMES *et al.* (1998) em grande parte da região sul-catarinense permanece com passivo de épocas anteriores, com grandes áreas e cursos d'água fortemente degradados. Esta informação é confirmada também por POSSAMAI *et al.* (2007) em seu estudo sobre os problemas

ambientais e de saúde pública dos lixões inativos nas regiões carboníferas de Santa Catarina.

Figura 4 - Mina a céu aberto da Companhia Riograndense de Mineração, município de Candiota. (GOMES, *et al.* 1998)



Mudanças climáticas

É inegável a representatividade dos combustíveis fósseis no aumento da temperatura global. A Organização das Nações Unidas (ONU *apud* NAT, 2004) consideram que estes serão os grandes responsáveis pela concentração de CO₂ na atmosfera neste século. A queima de carvão mineral emite enormes quantidades desse poluente, o que é bastante preocupante uma vez que sua alta disponibilidade e seu baixo custo apóiam os investimentos em novas plantas a fim de garantir a oferta energética mundial. A China é um dos países que mais cresce atualmente, sendo o carvão sua principal fonte de energia. Não obstante, é também um dos maiores emissores de gases de efeito estufa.

Diante do atual cenário de preocupações ambientais e, considerando as consequências das mudanças climáticas, o carvão mineral tem sido alvo de críticas acirradas devido aos seus efeitos nocivos ao meio ambiente, desde a mineração até a queima do combustível na geração de eletricidade. Novas tecnologias têm sido criadas desde então para garantir sua participação na oferta mundial de energia.

TECNOLOGIA DE CAPTURA E SEQUESTRO DE CARBONO

O Relatório do IAC sugere maiores investimentos em pesquisa, desenvolvimento e implementação de tecnologias de captura e seqüestro de carbono em usinas de geração a carvão. A justificativa para estes investimentos se baseia na redução de emissões causadas pela queima do carvão, diminuindo desta forma, a poluição ambiental e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Existem três diferentes técnicas para captura de carbono resultante da combustão de carvão, sendo elas: a) pré-combustão; b) pós-combustão e c) combustão de oxícombustível.

Captura pré-combustão

A primeira tecnologia consiste no aprisionamento do gás antes que este seja queimado. Primeiramente, o combustível é convertido em gás composto por monóxido de carbono e hidrogênio. Após algumas reações forma-se o dióxido de carbono que é removido através de um solvente. A sua maior vantagem reside na produção de co-produtos: geração de eletricidade ao queimar o gás rico em hidrogênio.

Pós-combustão

Segundo o Relatório do IAC, a tecnologia mais simples se concentra na captura do carbono após a queima do carvão. Nesse sistema, o dióxido de carbono é separado dos gases de escape através de uma reação química reversível com um solvente, que funciona como um filtro, impedindo que esse gás se dissipe na atmosfera. Porém, essa tecnologia demanda muita energia e ainda apresenta custos significativos.

Combustão Oxícombustível

Outra tecnologia ainda em fase de pesquisa é a combustão oxícombustível que, de acordo com o Relatório utiliza o oxigênio na combustão, resultando em vapor de água e dióxido de carbono.

Seqüestro de carbono

Existem três tipos de formações geológicas que podem ser utilizadas para o seqüestro de carbono: campos de petróleo e gás, já esgotados; formações profundas em águas salgadas e formações profundas de carvão. Segundo estimativa apresentada pelo Relatório do IAC existe uma capacidade de armazenamento de 2000 gigatoneladas de dióxido de carbono no mundo, o equivalente a 100 anos de emissões nas taxas atuais de 2,4 gigatoneladas por ano. No entanto, o seqüestro de carbono ainda está em fase experimental, não existindo nenhuma planta em nível comercial atualmente. Nesse sentido, as estimativas não parecem concretas o suficiente para garantir sua eficácia.

As tecnologias de captura e armazenamento de carbono podem se tornar potente justificativa para construção de novas usinas a carvão – argumenta a organização mundial Greenpeace (2008). Como incentivar o crescimento de uma fonte energética tão poluente, apoiado em tecnologias que ainda não estão disponíveis em escala comercial? Quais as incertezas relacionadas?

Segundo WBCSD (2006), de forma otimista, a implementação destas tecnologias em escala comercial não ocorrerá antes de 2030, enquanto o IPCC afirma que isso só acontecerá na segunda metade deste século. Diante de tal cenário, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) considera que as tecnologias de captura e armazenamento de carbono chegarão tarde para a batalha contra as mudanças climáticas. Considerando que tais tecnologias emergem justamente da promessa de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, as consequências são contrárias a promessa de redução de emissões de GEE que justificam tais tecnologias.

Enquanto o Relatório *Iluminando o Caminho* do InterAcademy Concil (IAC, 2007) afirma que é necessário investir em tecnologias mais “limpas” e eficientes para dar continuidade ao uso de carvão fóssil na matriz energética, Hansen opina sobre o assunto dizendo que “usinas de carvão são fábricas da morte”. Ele defende que são necessárias mudanças drásticas no comportamento da humanidade, caso esta não queira “cozinhar” a si própria com o aquecimento global.

É importante considerar também os impactos ambientais advindos de novas tecnologias. De acordo com relatório do Greenpeace (2008), a captura e o seqüestro de carbono

implicam crescimento significativo da demanda energética – cerca de 10 a 40% da capacidade da planta, bem como um aumento de 90% no uso da água. Em um cenário de escassez de recursos naturais, parece um tanto insensato incentivar novas tecnologias que não levem em consideração essa questão. Faz-se necessário pensar no desenvolvimento da humanidade em harmonia com o meio, preservando seus recursos ao contrário do que a história nos mostra.

E como garantir a segurança no armazenamento de dióxido de carbono? Parece que o desafio é muito maior do que se desenha, visto que há riscos de vazamento do gás, o que poluiria a atmosfera e os recursos hídricos ao redor do campo. De acordo com Greenpeace (2008), um vazamento contínuo poderia até mesmo negar as reduções nas emissões de gases de efeito estufa.

CONCLUSÃO

Com base nas informações apresentadas, surgem as seguintes questões: É possível reduzir ou abandonar o uso do carvão? É necessário que isso ocorra? As tecnologias para redução dos impactos do uso do carvão são suficientes? Quando serão de fato implantadas?

As tecnologias de captura e seqüestro de carbono surgem com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de carvão mineral. Apoiando-se nessas tecnologias são construídas novas usinas, o que parece no mínimo arriscado devido ao seu alto custo, ao aumento de demanda por recursos naturais, como água e energia e ao fato destas ainda estarem em fase de experimentação.

A sugestão feita no Relatório é da diversificação das fontes. Em todo caso, continuar a investir em uma fonte que está ligada tão fortemente à poluição e degradação ambiental, enquanto existem tantos outros recursos renováveis, menos poluentes e ainda não explorados, parece ser uma idéia retrógrada. Os gráficos aqui apresentados sempre relataram a tendência de baixo crescimento das energias renováveis quando comparadas as demais fontes.

Talvez seja necessário utilizar o aquecimento global como um “pontapé” para a revolução no *mix* de energias, procurando aumentar a quantidade de renováveis e reduzir cada vez mais o uso de combustíveis com tantos fatores negativos agregados. Talvez seja a hora de enxergar a economia como um todo, pensando nos custos agregados à poluição e ao uso desenfreado de recursos ambientais finitos; enxergar pela vertente da valoração sócio-ambiental, com custos em longo prazo e não somente “soluções imediatas” que geram uma infinidade de problemas que já fazem estragos na atualidade. Os custos sociais e ambientais devem ser internalizados. Os problemas devem se tornar oportunidades.

RUMO A UM FUTURO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL?

Giovano Candiani

Mariana Pedrosa Gonzalez

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

Este artigo discute as recomendações e ações propostas para a quarta recomendação da obra *Lighting the way: toward a sustainable energy future* organizado pelos pesquisadores Chu e Goldemberg (2007), analisando a vulnerabilidade econômica e geopolítica nos países em desenvolvimento em relação aos custos e despesas pela importação dos suprimentos de petróleo e gás natural. Essas despesas desviam recursos em áreas fundamentais, como: infra-estrutura e desenvolvimento, transporte público, saúde e educação. O setor de transporte representa parte significativa da energia consumida e especificamente o uso dos combustíveis assume um papel importante na discussão. O artigo concentra esforços na discussão dos seguintes itens: redução no consumo de energia no setor de transporte através da eficiência energética de automóveis e dos sistemas de transportes, desenvolvimento de tecnologias como liquefação do carvão, aproveitamento do óleo de xisto e areias e aprimoramento das células combustíveis a hidrogênio. A idéia central é estabelecer políticas e regulamentações visando reduzir o consumo de energia principalmente no setor de transporte, através de mecanismos para reduzir o uso de petróleo. Esse desenvolvimento baseado na questão da sustentabilidade deve representar muito mais do que crescimento econômico e, de fato, conduzir a uma melhoria na qualidade de vida.

Palavras-chave: Cidades, Energia, Sustentabilidade.

ABSTRACT

This article discusses the completion of the work *Lighting the way: toward a sustainable energy future* researchers organized by Chu and Goldemberg (2007), analyzing the economic and geopolitical vulnerabilitys in developing countries in respect to costs and charges for importing supplies of oil and natural gas. These charges diverted resources in key areas such as infrastructure and development, public transport, health and education. The transport sector accounts for a significant part of the energy consumed and specifically the use of fuels play an important role in the discussion. The article analyzes the recommendations suggested in conclusion 4, focusing efforts in the

discussion of the following: reduction in energy consumption in the transport sector through energy efficiency of cars and transport systems, development of technologies such as coal liquefaction, exploitation of oil shale and sands and improvement of hydrogen fuel cells. The central idea proposes to establish policies and regulations to reduce energy consumption especially in the transport sector, through mechanisms to reduce the use of oil. This development based on the question of sustainability must be much more than economic growth and, in fact, lead to an improvement in quality of life.

Key words: Cities, Energy, Sustainable.

INTRODUÇÃO

Viver na cidade representa uma realidade mundial. No ano de 2008, cerca de metade da população do mundo vivia nas cidades. Estima-se que em 2030, aproximadamente 5 bilhões de pessoas residirão em áreas urbanas. No Brasil, o fenômeno das cidades não é diferente. A proporção da população residindo em áreas urbanas passou de 31% em 1940 para 81% em 2000 (Caiaffa *et al.*, 2008). A sociedade urbano-industrial e seu modelo de desenvolvimento econômico e tecnológico têm causado crescente impacto sobre o ambiente e a percepção desse fenômeno vem ocorrendo de maneiras diferentes. Tal fato acaba por aumentar as dificuldades cotidianas, expressas pela falta de água, energia, espaços habitacionais seguros, saúde, educação, emprego, alimentação, saneamento e tratamento adequado de resíduos sólidos (Philippi; Pelicioni, 2005).

O crescimento urbano tem como característica marcante a importância assumida pela dimensão ambiental dos problemas urbanos, especialmente aos associados ao uso e ocupação do solo. Esta característica dificulta e condiciona o atendimento das demandas sociais e de infra-estrutura urbana. Verifica-se, nas cidades, um agravamento das condições de moradia das populações pobres e conseqüentemente um processo de “periferização” do crescimento urbano, aumentando significativamente o número de favelas e a degradação ambiental (Grostein, 2001).

O avanço da urbanização e principalmente o modo como esse processo vem se estabelecendo, sobretudo em relação à problemática da sustentabilidade, condiciona novos desafios às cidades. A sustentabilidade só será alcançada se o crescimento econômico for capaz de redesenhar soluções que integrem os aspectos sociais e

ambientais relacionando esses às necessidades: ordenamento do espaço urbano, transporte/mobilidade e principalmente eficiência energética.

Em relação à temática energética, Chu e Goldemberg (2007) organizaram a obra *“Lighting the way: toward a sustainable energy future”*. Esse apresenta uma discussão internacional em prol de um planejamento sustentável em relação aos diversos usos da energia. O Relatório mostra que para acompanhar o ritmo crescente da demanda de energia, é necessário estabelecer programas de eficiência energética, aprimorar as tecnologias em relação ao uso do carvão, prever a utilização da energia nuclear e estabelecer e aprimorar pesquisas para apoiar a inovação tecnológica e energias renováveis.

Outro aspecto bastante discutido é em relação aos custos dos países menos favorecidos quanto à importação energética, condição que prejudica os investimentos em áreas fundamentais para o desenvolvimento, como: educação, saúde e transporte. Deve-se promover um diálogo entre os políticos e sociedade em geral para identificar os mais eficazes incentivos, políticas e regulamentos, que possam estimular a implantação de soluções energéticas sustentáveis.

Embora o panorama atual de energia seja crítico, esse estudo considera que existem soluções sustentáveis para o cenário energético futuro. Com apoio da ciência e da tecnologia a indústria da energia pode transformar o cenário da procura e oferta de energia através de soluções inovadoras. A transição para sistemas energéticos sustentáveis também depende do mercado, exigindo incentivos alinhados com tais objetivos.

Em particular, taxações nos preços de carbono seriam essenciais para estimular o desenvolvimento e a implantação de tecnologias energéticas com baixas emissões de carbono. O Relatório aponta ser possível estabelecer um padrão de vida melhor para a humanidade sem comprometer a segurança energética, reduzindo os riscos ambientais associados aos padrões atuais de produção e consumo de energia (Chu e Goldemberg, 2007).

A quarta recomendação relata que em muitos países em desenvolvimento, as despesas com importações energéticas acabam desviando recursos já escassos para outras áreas como: saúde pública, educação e infra-estrutura e desenvolvimento. Outra análise do Relatório refere-se ao setor de transportes, que representa 25% da energia primária consumida no mundo.

Objetivos

Nesse contexto, o objetivo desse artigo é fazer uma análise sobre a quarta recomendação do trabalho organizado por Chu e Goldemberg (2007), que trata especificamente das alternativas para amenizar a concorrência do abastecimento entre petróleo e gás natural. Potencialmente, estas fontes de energia podem-se tornar um campo de tensões geopolíticas e econômicas. Pontos de vulnerabilidade para muitas nações futuramente. Para se estabelecer as possibilidades de respostas, este artigo apresenta uma estrutura definida por seções dedicadas à explicação e análise das questões apontadas no trabalho. A primeira seção apresenta as recomendações e ações sugeridas na recomendação quatro do Relatório. A segunda seção discute como as recomendações propostas se relacionam e são efetivamente viáveis na prática. Na terceira seção apresentar-se-á a caracterização das ações como ponto chave para o emprego de novas tomadas de decisão, tendo em vista o uso exacerbado dos recursos naturais, principalmente os não renováveis e os obstáculos para o alcance da almejada sustentabilidade proposta no Relatório para a área de energia.

Finalizando, a conclusão retoma as questões delimitadas inicialmente e, por meio de uma discussão, estabelece as correlações entre as seções anteriores, formulando um relato das principais idéias construídas, aspectos, possibilidades e perspectivas futuras.

RECOMENDAÇÕES DO RELATÓRIO

Os aspectos possíveis e desencadeadores dos cenários de tensões geopolíticas e vulnerabilidades econômicas relacionadas ao petróleo e gás natural, baseiam-se na necessidade de que muitos países em desenvolvimento necessitam importar energia.

Chu e Goldemberg (2007) estabeleceram as seguintes recomendações no Relatório:

- Redução do consumo de energia no setor de transporte,

- Desenvolvimento de políticas e regulamentos que promovam a redução no consumo de energia; através da eficiência energética em veículos e outros meios de transporte,
- Melhoria na eficiência dos sistemas de transporte através do investimento em transportes coletivos, mobilidade, ordenamento urbano e uso/ocupação do solo,
- Desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias em relação ao consumo de petróleo no setor de transporte, pesquisas e tecnologias para tornar mais acessíveis fontes e vetores energéticos, como: biocombustíveis, híbridos, gás natural, células combustíveis a hidrogênio e biomassa,
- Implantação de políticas para assegurar que as alternativas pesquisadas sejam exercidas de forma sustentável (não emissão de carbono) e aprimoramento tecnológico de fontes não convencionais de petróleo, a partir de técnicas como a liquefação do carvão, extração de óleo de xisto e areias oleíferas.

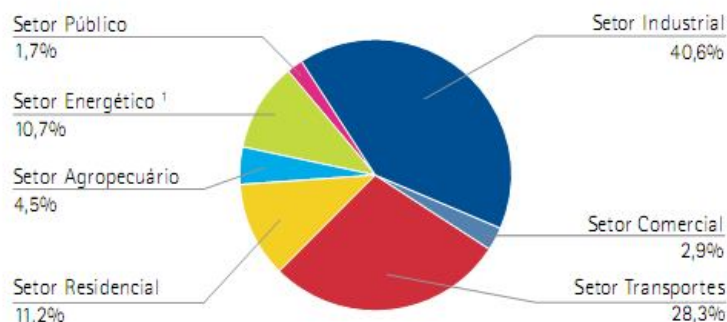
ANÁLISE DAS RECOMENDAÇÕES DO RELATÓRIO

Transporte e Energia

Chu e Goldemberg (2007) no Relatório afirmam que o setor de transporte representa 25% da energia primária consumida no mundo, portanto, as questões relacionadas ao consumo de combustível no transporte tornam-se importantes.

Tal setor é responsável por mais de 50% do consumo mundial de petróleo. Com o crescimento dos centros urbanos, o transporte foi adquirindo cada vez mais importância. No Brasil, 56% das cargas movimentadas se dão através do transporte rodoviário. A opção pelo transporte rodoviário no Brasil adotado pelo presidente Kubitschek (1956-1961), acabou inibindo o desenvolvimento de outros meios de transporte. O transporte rodoviário favoreceu a indústria automobilística, autopeças, transportadoras e construção civil. Os números do Balanço Energético Nacional (2008) retratam que, no Brasil, o setor de transporte é o segundo maior consumidor de energia (28,3%), ficando atrás apenas do setor industrial (Figura 1).

Figura 1 - Consumo final energético por setor no Brasil, 2007 (BEN, 2008)



Como o Brasil é um país de dimensão continental e detentor de diversos centros urbanos de grande porte, esses números retratam a importância do consumo de derivados de petróleo, ao se considerar inclusive a baixa eficiência no uso desse insumo pelo setor rodoviário.

O estudo realizado por Chu e Goldemberg (2007) mostra que o aumento da eficiência dos automóveis pode ser atribuído à redução do seu peso. Uma redução de 10% no peso do automóvel levaria a uma economia de 4 a 8% em relação ao combustível utilizado.

Observa-se que o transporte veicular tem se tornando mais eficiente comparando-se a tonelada equivalente de petróleo (tEP) por veículo/ano. Esse dado, entretanto, não minimiza os problemas gerados pela emissão de gases de efeito estufa, já que a previsão para 2023 é de um aumento expressivo de veículos para cada habitante ou mesmo o aumento da frota de automóveis. Questionar o automóvel implica, imediata e necessariamente, questionar a própria organização social e as necessidades e funções que lhes são próprias. Existe um paradoxo ligado à cultura do automóvel: ele é imprescindível para escapar dos problemas urbanos e a indústria capitalista ganhou assim o jogo, o supérfluo tornou-se necessário.

A verdade é que ninguém tem opção, não se é livre para ter ou não um carro uma vez que o universo das cidades é projetado em função dele. A falsa sensação de liberdade associada ao veículo é alimentada pela publicidade, porém ironicamente a máquina que é vendida por sua capacidade de dar liberdade de movimentos e por sua capacidade de cobrir distâncias está agora limitada ao trânsito caótico das grandes cidades. Confusão, estresse, barulho, poluição, semáforos e horas ociosas dentro do carro. Essa é a jornada diária que os moradores das grandes metrópoles enfrentam nos congestionamentos.

Como chegar ao local de destino é uma árdua tarefa, cada vez mais indivíduos valorizam o conforto de seu próprio meio de locomoção.

Como conclusão, mais automóveis nas ruas e maiores engarrafamentos. Estudos mostram que seus usuários, só deixariam de usar seus carros se sofressem pressões econômicas, como pedágio urbano ou multas. Por isso, eles tenderiam a opor-se a políticas que, em seu ponto de vista, limitem suas liberdades. Na cidade de São Paulo, o rodízio de automóveis foi constantemente burlado por indivíduos que optam por comprar um segundo veículo, novo ou usado, com placa final diferente (Noriega, 2004). As pessoas não entenderam que essas políticas pretendem reduzir não só os congestionamentos, mas também a poluição urbana. Embora preocupados com o meio ambiente, os cidadãos não crêem que o número elevado de automóveis possa prejudicá-lo. Das pessoas consultadas, 58,5% circulam sozinhas em seus carros e não se consideram responsáveis pela poluição do ar da cidade. Apenas 29% dos entrevistados assumiram que seu veículo causa problemas ambientais, e 12,5% não se posicionaram (Noriega, 2004). O estudo também constatou que esses indivíduos não querem perder o conforto que um carro pode oferecer (rádio, ar condicionado, economia de tempo, flexibilidade de horários e rotas). Ao ter-se transformado em um ideal, a necessidade de possuir um automóvel é mais relevante do que a preocupação com questões ambientais ou o custo causado pelos engarrafamentos, ou seja, as pessoas aceitam o tempo perdido no trânsito como parte da viagem.

Para contornar o excesso de carros nas ruas, uma saída seria a realização de um planejamento governamental mais abrangente para melhorias do transporte coletivo e não somente o uso do rodízio como solução. Além de campanhas educativas, poderiam ser instituídas políticas de pedágio urbano para circular no centro da cidade, por exemplo, seria preciso pagar uma taxa, como adotado recentemente em Londres. Maiores taxas punitivas aos infratores do rodízio seria mais um recurso, embora essa prática seja apontada como antidemocrática.

Como consequência dos racionamentos de água e energia, as pessoas adotam novos hábitos, mais restritivos. Com uma política similar elas também passariam a controlar o uso demasiado de seus veículos. Seria interessante reduzir a demanda por transporte

individual. Investindo no transporte público e concentrando esforços em relação à qualidade do serviço, segurança e aprimoramento do espaço urbano.

Isto demonstra ainda a pouca relevância dada ao segmento metroferroviário em termos de matriz energética e de matriz de transporte. O setor de transporte é extremamente dependente de combustíveis fósseis, consumindo metade dos derivados de petróleo colocados à disposição da economia brasileira. Verifica-se que o sistema metroferroviário se apresenta como o modo de transporte coletivo mais eficiente ao desenvolvimento urbano, tanto em termos de carregamento de passageiros, como em termos de consumo de energia, inclusive demandando eletricidade ao invés de petróleo, reduzindo assim a emissão de poluentes.

Células Combustíveis a Hidrogênio

As células combustíveis providas de hidrogênio podem produzir eletricidade em abundância. Diferentemente de baterias, que precisam ser recarregadas, as células combustíveis produzem eletricidade à medida que são alimentadas por combustíveis externos. Apesar de ainda caras, elas possuem o potencial de fornecer energia em grandes proporções e de forma descentralizada (Rifkin, 2003). As empresas de transportes têm evoluído gradualmente no sentido de estabelecer uma produção sustentada de combustíveis renováveis, em especial o hidrogênio renovável. Em um futuro próximo, possivelmente pode-se ter veículos movidos a hidrogênio e com uma potência e autonomia similar aos veículos convencionais que utilizam combustíveis fósseis.

O hidrogênio vem se estabelecendo e ganhando relevância como elo entre o desenvolvimento sustentável e a mobilidade, na medida em que funciona como uma aplicação renovável ao efeito estufa, pois o hidrogênio quando queimado em um motor de combustão interna, libera essencialmente vapor de água. Ocorre também alguma produção de óxidos de nitrogênio, mas não há emissões de monóxido e nem dióxido de carbono. Esta característica alimentou a visão, elaborada nos anos 70, de que o hidrogênio predominaria como uma alternativa renovável aos meios de transporte. Hoje, o processo de produção, transporte e armazenamento de hidrogênio ainda apresenta

grandes desafios tecnológicos. Deve-se destacar que em P&D os gastos equivalem a US\$ 221 milhões. (Pinto-Junior *et al.*, 2007 *apud* Price WaterHouse Coopers, 2005).

As opções de armazenamento do hidrogênio em veículos ainda não atingiram os requisitos técnicos e econômicos para sua competitividade. Por exemplo, o armazenamento na forma gasosa a 700 bar parece ser no momento, a opção tecnológica escolhida para veículos de passageiros e o tanque para armazenar 5 kg de hidrogênio possui um custo entre US\$ 3 mil e 4 mil. O mercado de células combustíveis no mundo encontra-se nas fases iniciais de desenvolvimento e, portanto, ainda necessita melhorar sua eficiência. O custo do hidrogênio entregue deveria ser reduzido em até três vezes para que fosse concretizada uma maior aplicação da tecnologia (Pinto-Junior, *et al.*, 2007).

No Relatório de Chu e Goldemberg (2007) o uso do hidrogênio é recomendado, porém o tema não é discutido em relação à viabilidade e o estado da arte dessa tecnologia. Os autores estabelecem a necessidade em se utilizar a tecnologia. Essa ainda deverá se adaptar as condições do mercado econômico, ressaltando-se que a célula combustível de hidrogênio não é uma fonte energética e sim um vetor energético, aspecto que dificulta ainda mais seu uso em grande escala. Em relação ao uso do hidrogênio podem ser destacadas as seguintes considerações conhecidas: os processos de geração de hidrogênio, por exemplo, pela hidrólise e os processos de armazenamento convencional (cilindros pressurizados) e transporte. Já, a geração de hidrogênio para uso veicular requer investimentos.

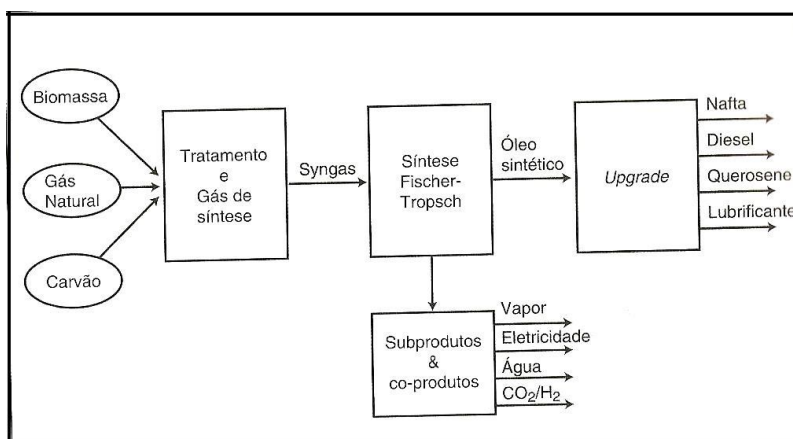
As escolhas em relação aos sistemas energéticos devem ser realizadas com base nas características locais das sociedades, respeitando-se os limites ambientais, principalmente a capacidade suporte de equilíbrio dos sistemas ecológicos. A idéia do hidrogênio como vetor energético (células combustíveis) é válida, pois possibilita utilizar as potencialidades energéticas de forma mais eficiente, porém é necessário entender que essa tecnologia apresenta restrições de viabilidade, principalmente econômicas.

Liquefação do Carvão

A liquefação de carvão, em si, é feita por um processo conhecido, a síntese “Fischer-Tropsch” desenvolvida por Franz Fischer e Hans Tropsch, em 1923. Esse processo foi amplamente utilizado pela Alemanha e pelo Japão, na Segunda Guerra Mundial para produzir combustível. A grande novidade é transformá-lo em uma fonte limpa e de baixa emissão de carbono. A Figura 2 ilustra a produção de combustíveis sintéticos, supondo a utilização de diferentes fontes de matérias-primas. A primeira etapa é a produção de gás de síntese, em seguida o gás é convertido em hidrocarbonetos pelo processo Fischer-Tropsch e por final os hidrocarbonetos são refinados para obter os produtos finais desejados.

O Relatório de Chu e Goldemberg (2007) defende essa tecnologia, todavia também não discutem as vantagens e desvantagens desse uso, estabelecendo apenas uma recomendação quanto ao seu potencial uso.

Figura 2 - Produção de Combustíveis Sintéticos (Pinto-Junior, *et al.*, 2007)



Os maiores impactos do uso do carvão decorrem da mineração e queima em indústrias e termelétricas, produzindo emissões de carbono. O carvão é um recurso energético com uma geografia completamente distinta da do petróleo e do gás natural. As maiores reservas mundiais e os maiores valores de produção concentram-se em cinco países: EUA, China, Índia, Austrália e Rússia. Mesmo com o desenvolvimento de novas tecnologias para o aproveitamento do carvão, por exemplo, através da liquefação, o uso mais significativo do carvão ainda é bastante questionado. Mas a “Economia do

Carvão” tem como base os processos integrados de gaseificação e geração de eletricidade que permitem obter combustíveis sintéticos e hidrogênio e produzir eletricidade com as tecnologias de ciclo combinado. Países como Japão, China e Coréia têm dado atenção a essa possibilidade que não tem interessado até então grandes empresas de petróleo e gás. A China em específico usa hoje mais carvão do que os Estados Unidos, Europa e Japão juntos, tornando-se o maior emissor de gases de Efeito Estufa. Por outro lado, a China nesses últimos dois anos surgiu liderando a construção da mais eficiente e menos poluidora usina a carvão comandando a tecnologia e diminuindo o seu custo. Enquanto os EUA estão discutindo a construção de uma usina a carvão mais eficiente a China já começou a construção dessas instalações a uma taxa de uma usina por mês. (Bradsher, 2009).

Em todas estas novas abordagens é essencial o desenvolvimento de soluções para o sequestro de carbono. A economia mundial encontra-se hoje sob grandes pressões, uma delas é sem dúvida a questão ambiental. Se as efetivas alterações climáticas são de responsabilidade da atuação humana e, portanto, essas alterações tendem ao agravamento, certamente os mecanismos de sequestro de carbono e a taxação do carbono devem promover novos cenários econômicos mundiais. É evidente a opção pelo uso do carvão no Relatório organizado por Chu e Goldemberg (2007), o carvão pode significar no caso dos EUA um caminho para alavancar a sua economia. Uma elevação nos preços do petróleo e gás natural pode incentivar ainda mais a utilização do carvão, todavia qualquer mecanismo especificamente dirigido ao combate das alterações climáticas deveria incidir sobre a utilização do carvão.

Óleo de Xisto e Areias Oleígenas

O xisto betuminoso é uma rocha silto-argilosa, denominada "folhelho oleígeno", com conteúdo apreciável de matéria orgânica e que, sob aquecimento, produz óleo, gás e enxofre (Chaves; Vasconcelos, 2006). A história mostra que povos indígenas do oeste americano já utilizavam essa rocha com grande quantidade de petróleo (xisto) e a queimavam como uma alternativa energética. O xisto é extraído, triturado e aquecido, através de um processo de retorta para liberar o óleo. O processo de produção de petróleo a partir do xisto ainda é muito caro em função das dificuldades técnicas da mineração e do processamento do xisto.

A segunda maior reserva de xisto conhecida no mundo, encontra-se no Brasil e sua exploração teve início em 1970. A disposição do xisto retornado, subproduto natural do beneficiamento do xisto betuminoso, é considerada o principal problema que limita o desenvolvimento da indústria, visto que a alta alcalinidade com pH em torno de 12, afeta severamente o ambiente onde está sendo depositado, tem-se desenvolvido pesquisas no sentido de buscar soluções para a utilização econômica desses resíduos (Chaves; Vasconcelos, 2006).

O Brasil desenvolveu uma tecnologia própria para extração do óleo do xisto da formação Irati, denominado Processo Petrosix. Atualmente, no complexo industrial de beneficiamento de xisto da Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto-SIX (PETROBRAS) em São Mateus do Sul - PR, 6.600 t/dia de xisto cru são pirolisados a 500°C em atmosfera inerte, produzindo óleo e gás e gerando 6.000 t/dia de xisto retornado como subproduto (90% em massa do xisto cru processado). Esse resíduo sólido representa custo à economia do Processo Petrosix (Fernandes-Machado; Miotto-Bigatão, 2007).

Outra importante fonte de petróleo bruto são as areias oleígenas. São recursos petrolíferos na forma de betume que se encontra misturado a sistemas arenosos. Essas areias são extraídas com técnicas de mineração de superfície para a extração do betume através de processos térmicos. Foi estimado pelo Conselho Mundial de Energia um volume de cerca de 1,6 trilhão de barris de recursos *in place*. Deste total, 85% encontra-se no Canadá e 15% na África e Rússia. (Pinto-Junior, *et al.*, 2007) Além disso, segundo a USGS (*U.S. Geological Survey*), cerca de 650 bilhões de barris de óleo podem ser recuperados das areias betuminosas. (Pinto-Junior, *et al.*, 2007). Atualmente no Canadá, a extração de areais betuminosa já somam 1 milhão barris/dia e espera-se que esse número para 2030 seja de 5 milhões de barris/dia no cenário de preços elevados de petróleo. As maiores fontes de areia oleígena do mundo são encontradas em Alberta, Canadá (Figura 3).

Figura 3 - Reservas de areias oleígenas em Alberta, Canadá (Dyer; *et al*, 2009)



ANÁLISE DAS AÇÕES DO RELATÓRIO

As ações necessárias para a realização das proposições referem-se à redução do consumo de energia (combustíveis) e ao desenvolvimento de alternativas para o aproveitamento do petróleo no setor de transporte. Para essas ações foi sugerida a atuação constante do governo, do setor privado, da comunidade científica e do público em geral. A mídia foi apontada como construção de uma nova postura, “consciência” e definitiva participação dos órgãos em geral e da sociedade. A principal função da mídia seria estimular e mobilizar a sociedade para o “consumo consciente” dos recursos naturais, porém a mídia tem tido como objetivo promover o consumismo, então fica a dúvida qual seria efetivamente o seu papel no processo recomendado por Chu e Goldemberg (2007).

As tecnologias apontadas no Relatório encontram-se atualmente em diferentes estágios de pesquisa e desenvolvimento, portanto, para se tornarem alternativas efetivas e eficientes devem “evoluir” e se adequar ao mercado econômico e ao cenário energético atual. Quanto à redução no consumo de energia deve-se considerar o uso histórico dos combustíveis fósseis e a sua importância no contexto mundial. Desde a sua descoberta, em 1859, o petróleo originou a mais competitiva indústria energética e fundou a base tecnológica do desenvolvimento do século 20 (Pinto-Junior, *et al.*, 2007). São grandes as oscilações de preço do barril de petróleo. Em 2008 o valor atingiu um máximo

histórico em julho, perto dos US\$ 150 por barril, e tendo uma queda de 60% na segunda metade do ano com o preço do barril abaixo dos US\$ 37. (Euronews, 2009). O grande dilema em relação ao preço do petróleo refere-se ao consumo e a demanda. Em relação à produção de petróleo é necessário conhecer pelo menos três aspectos: volume total de óleo já produzido, reservas totais identificadas e reservas a serem descobertas; ainda existe grande dúvida quanto ao valor dos dois últimos parâmetros.

Entretanto, prevê-se, por exemplo, entre os membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) que as reservas e produções se estenderão em média por mais uns 70 anos (Pinto-Junior, *et al.*, 2007).

Isso quer dizer que, a redução no consumo de combustíveis fósseis não levará em consideração a problemática ambiental, mas sim sua escassez, idéia sugerida por Chu e Goldemberg (2007) no Relatório dizendo que a redução no consumo dos combustíveis fósseis e o aumento no uso de energia renovável representam resposta à escassez futura de recursos não-renováveis. Através dos distintos meios de comunicação, certamente a mídia é veículo importante como ponte das informações à sua sociedade, tornando acessível a informação científica e o propósito em tornar a sociedade participativa e agente de uma redução significativa no consumo. O cidadão, como agente consumidor deve ter consciência do cenário conflituoso sobre as questões econômicas, sociais e ambientais. O domínio da informação liga-se ao poder de interferir e reorientar as ações humanas. As pessoas que possuem seu próprio meio de locomoção, isto é o automóvel, não se preocupam com o estado lamentável do transporte público. (Bauman, 2003). Um dos principais efeitos da superficialidade nas discussões em relação aos temas ambientais é a contribuição ao desinteresse da sociedade, por acreditar se tratar de um assunto fora de seu alcance. Nesse contexto, o meio de comunicação é fundamental para se estabelecer um espaço de mediação e discussão, principalmente, em relação ao modelo de desenvolvimento e a atuação antrópica no meio ambiente. A participação da mídia na busca pela sustentabilidade mostra-se essencial no sentido de se fornecer subsídios para que as sociedades questionem e/ou construam suas próprias decisões (Mattozo; Camargo, 2005). Certamente a dinâmica do consumo excessivo é uma grande barreira para a mudança de paradigma.

O Relatório enfatiza a necessidade de acelerar as pesquisas científicas e tecnológicas focadas nas possibilidades de descarbonização dos sistemas energéticos. A grande

barreira é se desvencilhar da ditadura das energias fósseis. O Relatório apresenta que é imprescindível avançar em direção a soluções, entre as quais se destacam: aumento da eficiência energética, redução da intensidade de carbono das economias, captura e seqüestro de carbono proveniente de combustíveis fósseis, principalmente do carvão, uso da energia nuclear condicionado ao equacionamento de suas restrições (custo, segurança e risco militar), maior uso de energias renováveis e biocombustíveis, tecnologias de armazenamento de energia, melhorias nas infra-estruturas de transmissão e desenvolvimento de novos vetores energéticos, como o hidrogênio.

Contudo, a aceleração das pesquisas tecnológicas dependerá de uma sinalização de preço para a emissão de carbono, aspecto que é mencionado incansavelmente no Relatório. Neste, os autores garantem existir razoável consenso de que o preço da emissão de uma tonelada de carbono em 2008 estava entre US\$ 100 e US\$ 150.

Em relação ao aquecimento global, nota-se que o Tratado de Kyoto não conseguiu reverter o cenário, pelo contrário, países que assumiram metas mais difíceis e as cumpriram como o Japão aumentou suas emissões e o consumo de carvão. O Japão compensou suas emissões investindo na China, argumentando que reduziram as emissões nesse país, porém as emissões deste país não diminuíram, pelo contrário aumentaram. Hansen (2009), em entrevista à Folha de São Paulo, defende a necessidade de taxação do carbono. A grande questão na argumentação de Hansen (2009) é em relação à restrição quanto ao uso do carvão, contrariamente ao discurso organizado por Chu e Goldemberg (2007) no Relatório.

Um aumento nos preços do petróleo e a fixação de um preço elevado para o carbono atingem o cerne do sistema energético, pois atualmente não existem tecnologias energéticas disponíveis que possam responder prontamente a demanda de energia em curto prazo.

Uma tecnologia energética deve atender os seguintes requisitos: crescimento (assegurar a disponibilidade de energia primária com elevada densidade e com modos de utilização com possibilidade de ganhos substanciais de eficiência, susceptível de suportar o crescimento das economias emergentes, densamente povoadas como a China e a Índia), segurança energética (reduzir a dependência dos países em relação ao petróleo e gás natural, respeitando as exigências de não proliferação de armas nucleares) e

sustentabilidade ambiental (caminhar para fontes energéticas menos agressivas para o meio ambiente).

Para se estabelecer uma matriz energética sustentável, não basta boa vontade e ter ideologia ecológica para reduzir a dependência energética dos combustíveis fósseis. É necessário definir uma política incentivando a eficiência energética e os esforços para desenvolver energias renováveis baseada em soluções técnicas, economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis, pois as demandas ambientais são cada vez mais complexas e caras. Todos são a favor da energia renovável, significando conforto, saúde, desenvolvimento e qualidade de vida. Portanto, para a efetiva construção de um cenário energético sustentável, a escolha das fontes energéticas deve necessariamente considerar os custos sociais e ambientais.

CONCLUSÃO

As alternativas recomendadas no Relatório referem-se à liquefação do carvão, extração de óleo de xisto e óleo de areias oleíferas e o desenvolvimento de células combustíveis a hidrogênio, tecnologias em processo de desenvolvimento que ainda dependem de pesquisas e redução de seus custos de produção. O ponto mais relevante do Relatório mostra claramente a opção pelo aumento no uso do carvão, baseando-se na viabilidade econômica e tecnológica.

A questão ambiental não é suficientemente tratada e existe uma clara opção pelo uso de alternativas de sequestro e taxação do carbono. Essa última por sua vez tem apresentado contradições entre teoria e a prática como observado na China, por exemplo.

As tecnologias energéticas renováveis efetivamente serão significativamente mais utilizadas se adequarem a economia vigente ou se a própria economia estabelecer mercado, porém as energias renováveis encontram-se atreladas ao consumo e/ou redução no uso das energias fósseis. As novas reservas de petróleo encontradas recentemente são difíceis de serem extraídas, portanto aparentemente os custos devem aumentar, favorecendo os investimentos em fontes energéticas sustentáveis. Mas é preciso considerar o perfil de demanda energética através da discussão dos estilos de vida e o papel do transporte. O consumo excessivo influenciado pela mídia é também

uma das barreiras que deve ser avaliada e discutida. Repensar essa prática remete primordialmente a questão do capitalismo, sendo esse determinado por características peculiares: expansão e manutenção da demanda.

Essa característica implica em um consumo elevado, em termos de média per capita e, em decorrência, uma enorme pressão sobre a natureza. O livre mercado e a propriedade privada respaldam a cultura de exploração dos recursos naturais e humanos. A cultura do consumismo representado pelo mercado, para se manter em movimento, gerando lucros crescentes necessita de aumentos na produção e no próprio consumo, conseqüentemente marginaliza grandes parcelas da população do sistema produtivo e da vida social (Loureiro *et al.*, 2002).

Nesse contexto, repensar o uso das energias provenientes das fontes fósseis é questionar o próprio desenvolvimento e o próprio sistema econômico vigente (capitalismo), as questões eminentes referem-se ao “abandono” do cartel petrolífero e a “opção” em curto prazo de uma fonte energética preferencialmente renovável.

O Relatório apresenta diversas possibilidades, como outro exemplo, a opção pela energia nuclear, entretanto não são discutidas as questões tecnológicas, as barreiras sociais, os custos, a segurança energética e as tensões geopolíticas desse uso.

Todas as opções mencionadas são tratadas de maneira pouco profunda e sem a devida complexidade, principalmente porque a questão energética deve ser trabalhada do ponto de vista econômico, ambiental e social.

O futuro energético sustentável a que se trata o Relatório é muito mais um discurso do que uma ação estratégica fundamentalmente estruturada a partir de pensamentos e discussões sobre a complexidade das questões energéticas mundiais.

O Relatório é apresentado mais como um documento político do que propriamente uma diretriz energética que busque de fato a tal sustentabilidade almejada.

***APARENCIA E A ESSENCIA: DISCUSSÕES SOBRE O ARTIGO:
“ILUMINANDO O CAMINHO EM PROL DE UM FUTURO
ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL”***

Elaine Cristina Silva dos Santos

Marcio Mendes de Mello

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

Este artigo intenciona trazer a baila uma reflexão sobre o relatório “*Iluminando o Caminho em prol de um futuro energético sustentável*” elaborado por Steven Chu e José Goldemberg. A notoriedade desta discussão se assenta na possível crise energética e nas possibilidades de utilização da energia - umas das bases fundantes desta sociedade - de forma mais democrática em prol de uma sustentabilidade mundial. Desta feita apresenta-se neste trabalho alguns apontamentos acerca dos temas debatidos pelo relatório que se isenta de dar o direcionamento factível para um *futuro energético sustentável*. Obscurecendo os problemas e os paradigmas desta sociedade.

Palavras Chave: Ciência, Meio Ambiente, Planejamento Energético, Sustentabilidade, Tecnologia.

ABSTRACT

This article has the intention to bring to the discussion a reflection on the report “*Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*” elaborated by Steven Chu and José Goldemberg. The fame of this discussion lies on the possible energy crisis in the use of possibilities of the energy - some of the founding bases of this society - in a more democratic way on behalf of a world sustainability. From this time it is presented in this work some notes concerning the themes discussed by the report that is exempted of giving the feasible direction for a *maintainable energy future*. Darkening the problems and the paradigms of this society.

Key Words: Science, Environment, Energy Management, Sustainability, Technology.

INTRODUÇÃO

O problema energético despertou nos teóricos do mundo um debate acirrado. Tal debate tinha como perspectiva uma resposta que amenizasse os transtornos causados pelas

fontes de energia mais utilizadas no atual sistema econômico. Assim, muitas discussões estão ocorrendo acerca da possível escassez do petróleo, mudanças climáticas, fontes alternativas de energia, e a tão aclamada sustentabilidade. Todavia é importante ter cautela ao tratar de tais temas para não incidir no imediatismo ou no “reducionismo energético” – explicando fisicamente ou matematicamente os processos sociais - derrocando na incoerência de não relacionar a economia, política, energia e suas implicações no meio ambiente. Desta feita temos que a crise da energia pode ser limitada a um fenômeno setorial, e deve ser analisada tendo como ideiação previa a questão do modelo de desenvolvimento e suas formas de expressão em uma sociedade dividida em classes, e portanto é neste modelo que ela materializa suas condições reais de existência. Boa Nova afirma qual o pano de fundo desta discussão quando coloca:

“Percebe-se assim que a crise de energia está no próprio âmago da crise da sociedade capitalista e que, portanto, o seu equacionamento não se faz em termos meramente energéticos. Ele requer uma discussão muito mais ampla e profunda que leva, em ultima análise a questionar o próprio paradigma de desenvolvimento que tem prevalecido até hoje.” (BOA NOVA, 1985, p.25)

FALÁCIAS DO RELATÓRIO

O futuro energético sustentável e a insustentabilidade do atual modelo de desenvolvimento

Para os autores, a tendência atual de consumo energético é insustentável. Sendo assim, é preciso que ocorram mudanças rápidas nas bases tecnológicas das matrizes energéticas para amenizar o problema. Estas mudanças devem propiciar uma melhora nas condições de vida da maioria da humanidade; e a diminuição das tensões causadas pela dependência dos combustíveis fósseis.

É fato que após 1973 com a crise do petróleo varias circunstâncias contribuíram para a apreensão problemas ambientais. A crise do petróleo trouxe a uma condição política desfavorável para os países consumidores e desenvolvidos, isto é, dependência a um grupo de países detentores deste combustível. O qual poderia ser chamado de força motriz do avanço industrial visto a dependência do uso de somente um componente

energético, o de origem fóssil e a finitude do mesmo. Daí o propagandeio sobre alternativas para esta problemática. Mas passados anos o que temos é o uso contínuo dos mesmos combustíveis de origem fóssil com alarde de uma tendência crescente no uso do carvão.

Sempre houve e se mantém certa previsibilidade da continuidade do uso do petróleo. Afinal não ocorreu ainda nenhuma revolução energética que tenha demonstrado uma nova fonte de energia com qualidades superiores e custos inferiores. E, além disto, ainda há muito petróleo a queimar. Como bem diz HENRI PRÉVOT (2007, p. 22).

“o perigo que ameaça a humanidade não é o de falta de energia fóssil; bem ao contrário, ele provém da sobreabundância da energia fóssil. A economia da energia fóssil assemelha-se à economia da droga: uma abundância que arruína a saúde e conduz à morte na falta da vontade de se privar deste produto perigoso.”³

Entender a dinâmica deste sistema nos parece ser o cerne da questão para qualquer discussão sobre sustentabilidade ambiental e econômica dentro do capitalismo. Uma vez que a questão energética está articulada estreitamente com a questão do modelo de desenvolvimento. E pensar em sustentabilidade e não atrelar a formação político/econômica da sociedade atual é limitar apenas a aparência e não a essência do sistema produtivo. É uma mudança de foco tendenciosa à reprodução deste sistema como bem afirma MÉSZÁROS (2002, p. 987).

“Há dez anos a ecologia podia ser tranquilamente ignorada ou desqualificada como totalmente irrelevante. Atualmente, ela é obrigada a ser grotescamente desfigurada e exagerada unilateralmente para que as pessoas – suficientemente impressionadas com o tom cataclísmico dos sermões ecológicos – possam ser, com sucesso, desviadas dos candentes problemas sociais e políticos”

Esta tentativa de conscientizar ecologicamente as massas e tornar este o problema central da sociedade, dada dentro do capitalismo e seu desenvolvimento, em decorrência da marginalização das questões sociais, derroca na aceleração dos avanços da tecnologia convivendo com a miséria da população.

³ *apud* SACHS, Ignacy. ESTUDOS AVANÇADOS Vol. 21 No (59) p. 22; 2007

A tese dos autores não passa de mera retórica, como pensar em sustentabilidade econômica se há um abismo entre o Norte e o Sul, ou em sustentabilidade social tratando a humanidade de forma homogênea. Em suma é uma idéia de planejamento ligado ao Estado que tem maiores compromissos com a classe hegemônica. Em um mundo no qual a exclusão social têm crescido anualmente, diretamente relacionada às próprias contradições do modo de produção capitalista, como falar em erradicação da pobreza sendo esta inerente a forma como foi constituída a sociedade. Afinal é mais complacente generalizar causas, pra que estas permaneçam escondidas, que levantar responsáveis, impedindo uma forma de oposição. Como bem afirma Marcuse sobre a atual organização social:

“[...] um funcionamento suave do todo [...] uma coordenação técnico-econômica não-terrorista que opera através da manipulação das necessidades por interesses adquiridos. Impede, assim, o surgimento de uma oposição eficaz ao todo”

MARCUSE (1973: 24, 25).

PANORAMA DO CONSUMO ENERGETICO ATUAL

Proposições dos autores

A propaganda constatação de que as tendências atuais de consumo energético são insustentáveis, é lugar comum nas discussões entre “especialistas” sobre questões energéticas, e o relatório de CHU e GOLDEMBERG não escapa à regra. Argumentam eles, que a quantidade de emissões de carbono na atmosfera trará consequências desastrosas em um futuro próximo. Havendo então a necessidade de uma mudança rápida no modelo de consumo energético atual a fim de amenizar os problemas ecológicos, de saúde, segurança e dependência energética. Para os autores do relatório, somente com mudanças agressivas na base tecnológica e nas matrizes energéticas é que poderemos pensar em um futuro energético sustentável.

Desta argumentação aparentemente progressista, se esconde um germe extremamente conservador, pois na verdade apesar de relatar acertadamente as consequências do problema, não tratam da questão basilar, ou seja, o paradigma do modelo de consumo

da sociedade contemporânea. O consumo energético não é objetivo final, mas sim, meio para a produção e consumo de outras mercadorias, nas quais a energia entra como componente direto ou indireto. Não se trata de saber o que é o quesito energia, mas sim, o que se passa na sociedade em relação a este tema, nas palavras de Caio Prado (1978):

“A saber, que também no terreno dos fatos humanos, tanto quanto no dos fatos físicos, onde de há muito não se pensa de outra forma, o conhecimento científico consiste em saber o que se passa, e não o que é. A concepção metafísica das “essências” - o que as coisas são – precisa dar lugar nas ciências humanas, de uma vez por todas, como já deu há tanto tempo nas ciências físicas, à concepção científica do que acontece. Concepção essa em que o próprio ser não é senão o acontecer, um momento desse acontecer. É o que acontece que constitui o conhecimento científico; e não o que é.

(PRADO JUNIOR, 1978)

Assim, não nos interessa simplesmente saber o que são os paradigmas energéticos da sociedade, mas sim, compreender de forma enfática e decisiva o que acontece nos diversos tecidos sociais em relação ao uso desse componente. Sem esta reflexão consigna-se o risco de sermos tão superficiais nas análises sociais, que os trabalhos científicos acabam se tornando palavrórios contidos em uma objetividade fantasmagórica. Dispendio de trabalho humano e intelectual sem saber para que foi despendido.

Visto por este prisma, a questão energética vincula-se de forma arterial ao modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade, onde devemos indagar *o que acontece*, qual o tipo de estrutura e organização da sociedade que o padrão de consumo energético reflete. Buarque demonstra bem esta disparidade quando trata do distanciamento entre o consumo dos bens e serviços e o pressuposto de inesgotabilidade dos recursos energéticos. Em suas palavras:

“Há um importante detalhe na lógica de comportamento econômico que aparece depois da revolução industrial, sobretudo no período mais recente: embora as máquinas apresentassem uma enorme “eficiência” no processo de transformação da natureza e na “queima” de suas fontes energéticas, o horizonte temporal dos homens continuou, basicamente, no mesmo nível dos primórdios do uso do fogo, quando a inesgotabilidade dos recursos era uma característica natural do

processo ecológico. Ao mesmo tempo que desenvolvia um ilimitado desejo esquizofrênico por bens e serviço[...] (BUARQUE, 1982).

Quando não se faz este tipo de questionamento, incorre-se no erro da omissão ou da reprodução do discurso midiático, já que qualquer alternativa às questões energéticas que não abarquem o modelo de desenvolvimento da sociedade são no mínimo conservadoras, isto é, tentam manter o *status quo* vigente.

A forma de sociedade a ser por nós examinada traz em seu cerne contradições insuperáveis, e uma delas é o desenvolvimento desigual dos vários grupos que compõem a sociedade. Sendo assim, simplesmente almejar que todas as pessoas tenham acesso igual aos usos da energia é mais uma prospecção errônea do avanço coletivo e homogêneo de uma sociedade sumariamente cindida.

Garantir uma democratização dos possíveis benefícios econômicos e sociais advindos do acesso à energia é algo importante, mas dizer que isso acabará com as desigualdades socioeconômicas e garantirá um futuro melhor para a humanidade, é um exagero. O acesso à energia pode no máximo incluir algumas pessoas no rol dos pequenos consumidores de eletroeletrônicos e eletrodomésticos.

Já aqueles que hoje consomem energia de biomassa, como a lenha para a geração de calor no preparo da alimentação, assim que tiverem acesso ao gás, precisarão de fogões para a realização da mesma tarefa. As maneiras tradicionais de conservação de alimentos através da desidratação dos mesmos serão substituídas pelo congelador e esta situação não muda a condição de extrema desigualdade política e socioeconômica, e gerando uma necessidade a mais. Nos lugares em que a biomassa era obtida livremente da natureza, o gás terá que ser comprado, bem como o equipamento para usá-lo (fogões). A conservação que antes era feita usando-se o calor do sol, agora dependerá da aquisição de um aparelho refrigerador. As periferias brasileiras estão cheias de barracos, de pessoas com acesso à energia e eletrodomésticos, eletro-eletrônicos, chuveiro elétrico e isso não mudou a condição das mesmas. Não é a defesa da “exclusão” energética, mas a argumentação de que garantir o acesso à energia sem contrapor com o modelo de sociedade em que isso se dá, apenas mascara a questão nevrálgica, é trabalhar no campo das aparências, ao invés das essências.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

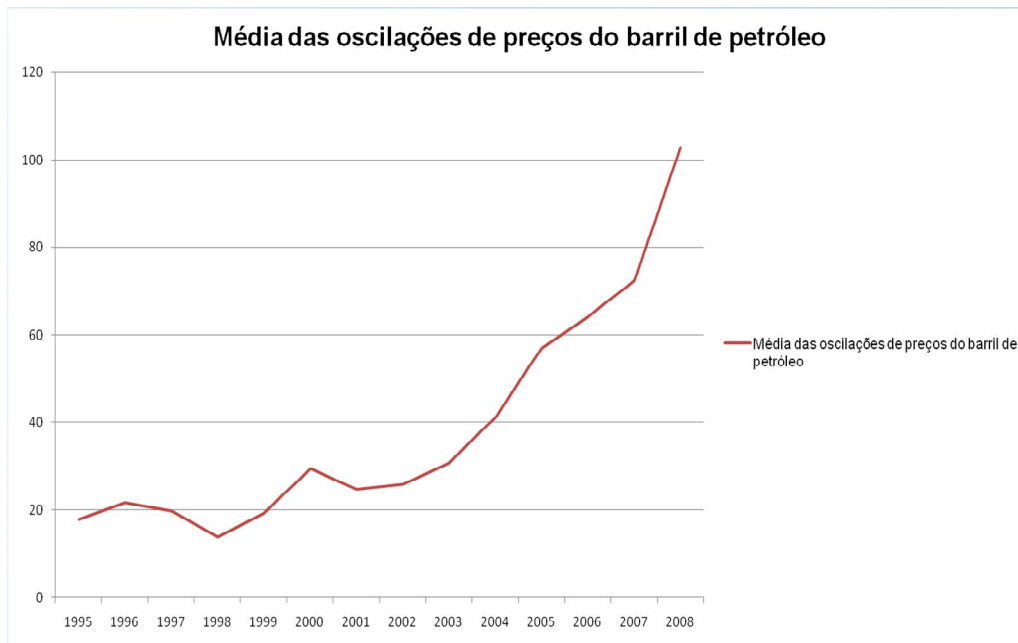
O relatório em questão (CHU e GOLDEMBERG, 2007) parece seguir uma tendência clara de acreditar que a ciência produzirá bases tecnológicas para a redução das emissões de carbono na atmosfera e consequentemente ruptura com a utilização dos combustíveis de origem fóssil. Não parece ser muito discutível a possibilidade tecnológica da alteração das matrizes energéticas atuais baseadas na queima de carbono por renováveis, mas para acreditarmos nisso, seria preciso acreditar que a ciência é isenta de ideologias e caminha de forma descolada da sociedade que a produziu. Esta ciência, nada mais é que a realização das potencialidades humanas – condicionadas por determinado desenvolvimento das condições materiais – através da relação entre o pensar e o realizar. As idéias não existem de forma autônoma, estão imbricadas as condições materiais que permitiram sua formação e que por sua vez só existem através do homem em consonância com sua condição de existência.

O mundo que surgiu a partir do sistema feudal teve – e tem – como núcleo central o capital, sua reprodução coloca a humanidade em problemas nunca vistos antes. Baseado no modelo consumista tem como um dos seus combustíveis o petróleo que assumiu centralidade industrial, tornando-se motivo de poder e de disputas.

A ciência tecnológica não tem respostas a dar sobre essas questões geopolíticas relacionados à energia. Como explicaria ela em pleno século XXI ainda utilizarmos derivados de petróleo para queima pura e simplesmente nos motores de veículos automotores, quando há formas de utilização muito mais nobres e de maior valor agregado como a petroquímica?

A explicação chamada de racional diz que as tecnologias para queima de outros tipos de combustíveis ainda não estão plenamente desenvolvidas a ponto de viabilizarem financeiramente a troca da tecnologia. Gera-se aí um círculo vicioso, onde o não desenvolvimento da tecnologia a torna cara, e em consequência disto, o seu preço não estimula o seu desenvolvimento, fica-se então com o petróleo que é mais “barato” com os preços subindo ano a ano chegando a US\$145 o barril em julho de 2008.

Gráfico 1 - Variações médias dos preços do petróleo (Dólar por barril) nas últimas semanas de cada mês no período compreendido entre o ano 1995 a 2008⁴.



Configura-se então um dilema: não se adotam alternativas para a substituição dos combustíveis fósseis porque elas têm um custo elevado, comparado ao petróleo, ou é exatamente por não haver uma utilização em larga escala das tecnologias alternativas que as tornam mais caras?

Além disso, para que haja pesquisa é preciso investimento e por que este investimento não é feito de forma satisfatória? Seria porque vivemos na civilização do petróleo? Ou seria a ciência isenta de ideologias?

Este é outro paradigma ideológico onde há uma divinização da ciência, esta seria algo puro, livre de interferências externas e que visaria apenas o desenvolvimento dos saberes e das técnicas humanas sobre a matéria. O tipo de pensamento que desloca a ciência das influências dos grupos sociais é fruto da ideologia positivista que transformou os paradigmas religiosos em paradigmas científicos, tornando o questionamento a estes, argumentos não bem vindos. Isto é, facilmente compreendido se tivermos em mente o sentido de ideologia de Marx, onde o pensamento dominante

⁴ (apud *Energy Information Administration* Disponível em: <<http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/wepccparw.htm>> Acesso em: 25/11/2008)

em uma determinada sociedade é sempre o pensamento da classe dominante, aquele que detém a produção material do mundo também controla sua produção intelectual. Nesta toada a idéia de uma ciência isenta e pura fica totalmente baseada na fé e não nos fatos concretos.

Como vimos anteriormente, vivemos na civilização do petróleo, qualquer pesquisa científica que diminua a dependência mundial deste produto é altamente prejudicial à lucratividade dos cartéis petrolíferos, além disso, uma libertação mundial da dependência do petróleo faria com que este deixasse de ser símbolo e arma de poder como foi salientado.

“o cientista deve então ser descrito como membro de uma comunidade, e não como um indivíduo racional e lúcido.”⁵

Concretamente a simples posse deste produto não se realiza efetivamente em poderio econômico, político e militar, haja vista os países árabes e Sul-Americanos que possuem grandes reservas e vivem à periferia do sistema econômico vigente.

È fato que as indústrias do petróleo, sejam elas estatais ou não, nunca foram adeptas da livre regulação do mercado proclamado por Adam Smith, apesar de discursarem o contrário, a tal mão invisível, é invisível apenas para alguns, mas perfeitamente visível e principalmente controlável para outros. Uma breve leitura sobre a história das indústrias do petróleo nos indica que ela já nasce altamente concentradora e com tendências monopolistas de produção e comercialização.

“A formação do cartel do petróleo data dos anos 20, quando a Shell, a Exxon e a British Petroleum resolveram partir para um entendimento que pusesse fim à guerra dos preços que vinham travando desde o término da Primeira Guerra Mundial . O acordo de Achnacarry , selado em 1928, adotava uma padronização mundial dos preços do petróleo e uma repartição do mercado, por meio de quotas para evitar que a produção viesse a aumentar de modo descontrolado, conduzindo a uma queda dos preços.”⁶

⁵ STENGERS, Isabelle, 2002, p. 13.

⁶ NOVA, Boa, 1985, p. 81

A OPEP nasce em 1960 como iniciativa de países produtores de petróleo (Venezuela, Irã, Arábia Saudita, Kuwait, Iraque, Líbia, Nigéria, Abu Dabi (mais tarde representado pela União dos Estados árabes), Indonésia, Argélia, Catar, Trinidad-Tobago, Equador e Gabão) de se articularem de modo a enfrentarem o cartel das indústrias petrolíferas. Desses países em 1971 saía 50% da produção mundial e as suas reservas chegavam a 80% das totais conhecidas mundialmente⁷. Hoje o percentual está em torno de 75% das reservas conhecidas⁸. Por essas razões, confiar em informações sobre petróleo, embasadas em dados fornecidos por membros deste cartel - seja pelas indústrias ou pelos governos - é um exercício de fé digno dos épicos bíblicos. A sociedade tornou-se refém das informações tendenciosas, onde as técnicas informacionais são utilizadas por alguns atores em função de seus objetivos particulares, sendo assim:

*“o que é transmitido à maioria da humanidade é, de fato, uma informação manipulada que, em lugar de esclarecer, confunde.”*⁹

Esta é uma conclusão aterradora, pois, neste sentido, todos os artigos parecem se basear em informações não tão confiáveis, quem pode dizer quais as reservas provadas ou não são as próprias indústrias que perfuram os poços, uma vez que as informações que elas divulgam interferem diretamente em seu faturamento - podemos confiar? A Enron¹⁰ nos mostrou que não. Além disso, são essas mesmas indústrias que estão financiando pesquisas em combustíveis renováveis. A exemplo da Petrobras Biocombustíveis, que

⁷ Ibidem. p., 87.

⁸ National Geographic Brasil, 06/2008, Disponível em:

<http://viajeaqui.abril.com.br/ng/materias/ng_materia_280223.shtml?page=3> Acesso em: 02/05/2009

⁹ SANTOS, Milton, 2007, p. 39

¹⁰ “É uma companhia tradicional de serviços públicos que possui usinas elétricas, companhias de água e saneamento e unidades de distribuição de gás. Mas ela se tornou realmente conhecida por atuar com um estilo ousado para o seu setor, baseado nas práticas do mercado acionário. O achado da equipe da Enron foi perceber que energia, água e mesmo produtos mais obscuros, como espaço em linhas de telecomunicação, poderiam ser negociados como eram as commodities. A partir dessa percepção, a companhia passou a atuar como uma espécie de grande corretor do setor de energia, comprando, vendendo e fazendo apostas financeiras muito maiores do que os negócios diretamente realizados pela companhia. Essas apostas fizeram a Enron se tornar, por um breve período, a maior empresa de energia do mundo, com vendas de US\$ 101 bilhões no ano passado, rivalizando com nomes como Shell e Exxon. Sua ousadia também a levou para o mercado europeu, quando este começou seu processo de liberalização.”

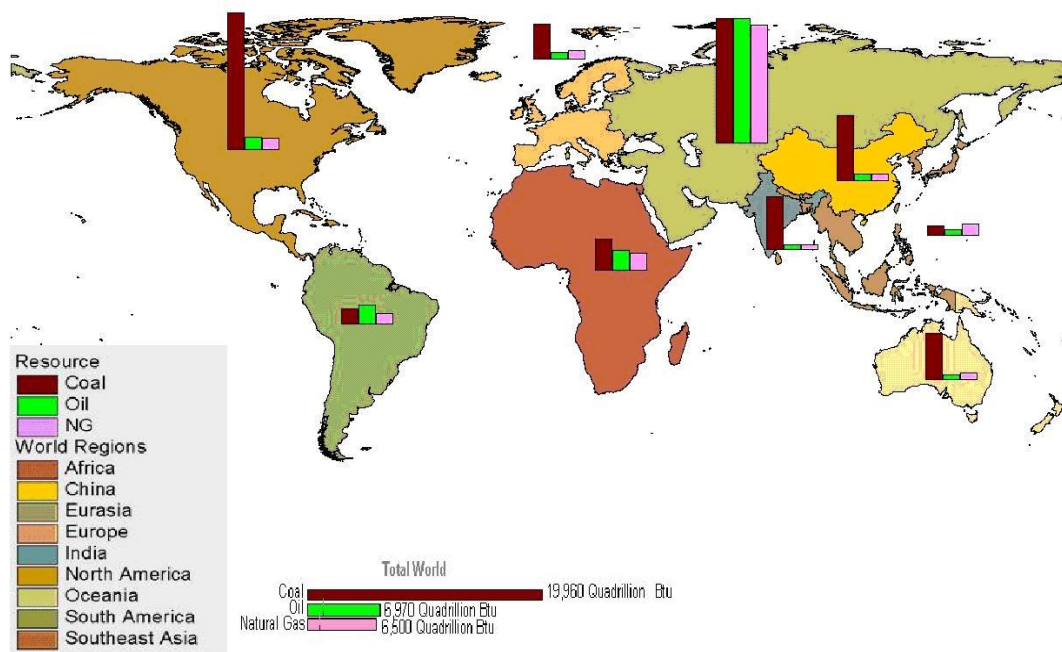
“A empresa era uma das mais poderosas dos Estados Unidos, mas em dezembro (2001) pediu concordata depois de admitir irregularidades na sua contabilidade. Michael Kooper trabalhava no departamento global de finanças da companhia e teve papel de liderança na formação de parcerias que não foram incluídas na balança de pagamentos da empresa - algo que está no centro do escândalo na Enron. Através dessas parcerias, a empresa foi capaz de ocultar dívidas de cerca de US\$ 1 bilhão, parecendo mais financeiramente saudável do que na verdade estava. Um inquérito interno realizado por diretores da Enron culpou Fastow de criar e operar as parcerias.”

Fonte: BBCBrasil.com Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/pulltogether/s_enron.shtml> Acesso em 06/05/2009

faria avanços significativos em pesquisas que substituam o diesel tradicional em detrimento da petroleira?

A ciência pode sim encontrar alternativas para uma mudança da matriz energética mundial, mas a ciência é meio e não fim em si. Portanto é controlada por quem tem interesse em manter a dependência da sociedade dos combustíveis fósseis, podendo no máximo, buscar alternativas tecnológicas que diminuam a emissão de carbono na atmosfera, mas utilizando os mesmos combustíveis. Como no caso da China que investe maciçamente na construção de usinas termelétricas à carvão com baixo grau de emissões de carbono, gerando assim um *revival* deste. Deste modo, o combustível base da Revolução Industrial, ainda é de suma importância para a sobrevivência deste modelo de sociedade.

Tabela 1 - Reservas mundial de combustíveis fósseis, 2005.
(International Energy Annual 2005 and BP Statistical Review)



Passado mais de 150 anos ainda acredita-se que a mudança da matriz energética depende somente dos avanços tecnológicos, ou de boas vontades.

CONCLUSÃO

Frente ao quadro de crise que vivenciamos constata-se a formulação de inúmeras propostas baseadas no desenvolvimento ambientalmente sustentável. Todavia o termo parece se ancorar em diferentes matrizes teóricas e possui a intencionalidade de objetivar os interesses de todos. Apesar do requinte dos discursos ambientalmente sustentáveis - tomando como base que a relação trabalho e meio ambiente está subjugada supremacia do capital – estes se mostram incoerentes dada à superficialidade das discussões. Não tocar no ponto central da crise – as fundamentações históricas desta forma societária – social/ambiental é perder-se na banalidade. Sendo esta uma sociedade *que carrega consigo o vírus da sua própria destruição* (SACHS) a compreensão histórica elimina a ilusão que é possível arquitetar um mundo igualitário sem a superação do capital. Como afirma Marx no trecho em que discute a forma destrutiva do modo capitalista de produção:

“a produção capitalista acumula, por um lado, a força motriz histórica da sociedade, mas perturba, por outro lado, o metabolismo entre homem e terra (...) tanto na agricultura quanto na manufatura, a transformação capitalista do processo de produção é, ao mesmo tempo, o martírio dos produtores, o meio de trabalho como um meio de subjugação, exploração e pauperização do trabalhador, a combinação social dos processos de trabalho como opressão organizada de sua vitalidade, liberdade e autonomia individuais.” (O CAPITAL, VOL 1, pg. 47).

Tomando como base a categoria marxiana, apresenta-se, de forma crucial, a compreensão da relação entre trabalho, homem e natureza. Na perspectiva da transformação das bases que sustentam o modelo hegemônico de produção, trabalho e consumo em detrimento da natureza. A ausência desta reflexão privilegia alguns grupos e torna os sujeitos culpados pela sua situação no mundo e pela degradação do meio ambiente (desemprego, precarização do trabalho, exclusão energética, social).

Desta feita, o tripé capital, trabalho e Estado se fundam em uma unidade indissociável e dirigida pelo primeiro, como afirma Mészáros. Assim não nos parece possível incumbir a empresários e organismos internacionais ou à sociedade civil a tarefa de impor limites ao capital, pois assim eles teriam que optar em atender as necessidades humanas ou

aquelas que promovem a sua existência/reprodução. Não é possível pensar coletivamente vive-se em um abismo de aspirações, interesses, necessidades, etc.

“A dimensão coletiva da vida social está completamente perdida: o indivíduo é reduzido ao mesquinho burguês que tem a razão na carteira de dinheiro e o coração na caixa registradora” (TONET, 2004, pg.46).

Faz-se necessário – e urgente - superar a concepção do desenvolvimento sustentável, uma vez que os movimentos do capital não conhecem limites, e daí relatórios como este serem cosméticos por não questionarem a essência da lógica existente. As idéias relacionadas à sustentabilidade apresentam-se equivocadas frente aos objetivos que propõem realizar, por não ser possível a efetiva relação homem-natureza numa sociedade onde imperam as “...relações materiais entre pessoas e relações sociais entre coisas...” MARX (1988, p.82).

A ENERGIA RENOVÁVEL OFERECE IMENSAS OPORTUNIDADES PARA O PROGRESSO TECNOLÓGICO E A INOVAÇÃO

Fabiano Ionta Andrade Silva

Mauro Machado de Oliveira

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

Esta pesquisa faz uma análise a recomendação 6 do livro “*Lighting the way, Toward a sustainable energy future.*” (CHU e GOLDEMBERG, 2007). Segundo o livro, deverão ser feitos esforços nos próximos 30 ou 60 anos para realizar as oportunidades das energias renováveis. Transformar esse potencial de recursos em energia rentável em longo prazo é um desafio para a comunidade científica, governos e sociedade. Os obstáculos ainda são grandes, mas podem ser uma alternativa viável para o desenvolvimento econômico de países, de forma a não impactar demais o meio ambiente. Analisar-se-á, também, o uso de energias alternativas e as propostas para a utilização da biomassa para a geração de energia no Brasil, Europa e Estados Unidos.

Palavras-chave: Energias Renováveis, Consumo de Energia Elétrica, Padrões de Consumo.

ABSTRACT

This research makes an analysis of chapter 6 of the book “*Lighting the way, Toward sustainable energy future.*” (CHU and GOLDEMBERG, 2007). According to book, will have to be made efforts in next the 30 or 60 years to carry through the chances of the energies you renewed. To transform this potential of the resources into income-producing energy in long stated period is a challenge for the scientific community, governments and society. The obstacles still are great, but they can be a viable alternative for the economic development of countries, of form not to impacted excessively the environment. Later, one will analyze the use of alternative energies and the proposals of use of the biomass for the generation of energy in Brazil, Europe and United States.

Key-words: Renewable Energy, Consumption of Electricity, Consumption Patterns.

INTRODUÇÃO

Durante os próximos 30-60 anos os esforços sustentados devem ser dirigidos para realizar as oportunidades para o progresso tecnológico e a inovação como parte de uma estratégia detalhada que suporta uma diversidade de opções de recursos durante o próximo século. O desafio fundamental, para a maioria das opções renováveis, envolve de que forma utilizar de maneira rentável os recursos renováveis inerentemente difusos e em alguns casos intermitentes. É preciso grande esforço para superar o obstáculo de ser sustentável em longo prazo, de várias formas e se tornar uma opção economicamente viável. O desenvolvimento da energia renovável pode fornecer benefícios importantes em países em vias de desenvolvimento e subdesenvolvidos, porque o óleo, o gás, e outros combustíveis são produtos de commodities.

RECOMENDAÇÕES

A obra citada recomenda a tornar viável o uso futuro das energias renováveis, tais como:

- Implementar políticas incluindo as políticas que gerem renda com a redução da emissão de carbono, assegurando que os benefícios ambientais dos recursos renováveis em relação à dos recursos não renováveis estejam reconhecidos sistematicamente no mercado.
- Fornecer subsídios e outras formas de apoio público para o início da implantação de novas tecnologias renováveis. Os subsídios devem ser orientados para tecnologias promissoras, mas ainda não-comerciais e diminuir gradualmente ao longo do tempo.
- Explorar mecanismos políticos alternativos, para consolidar tecnologias de energia renováveis, tais como os padrões da carteira renovável (que ajustam objetivos específicos para distribuição da energia renovável) e “leilões reversos” (em que a oferta de energia renovável por kilowatt-hora, para uma quota limitada de fundos públicos, com base no subsídio mínimo).
- Investir na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologias mais transformacionais, tais como novas classes de células solares que podem ser feitas com processos contínuos de fabricação como de filme fino (thin-film).

- Conduzir a pesquisa sustentada para avaliar e mitigar todos os impactos ambientais negativos associados com a distribuição em larga escala de tecnologias renováveis de energia. Embora estas tecnologias ofereçam muitos benefícios ambientais, podem igualmente representar novos riscos ambientais como resultado da sua baixa densidade de potência e conseqüentemente a grande área exigida para a implantação em larga escala.

AÇÕES NECESSÁRIAS

As ações para viabilizar as energias renováveis apontadas no livro são:

- Os governos devem facilitar substancialmente o uso ambientalmente sustentável dos recursos energéticos renováveis com políticas adequadas e subsídios. Um importante passo nessa direção política seria incluir ganhos claros por evitar a emissões de gases do efeito de estufa.
- Os governos devem igualmente promover a pesquisa e o desenvolvimento em tecnologias de energia renováveis fornecendo significativamente mais financiamento público.
- O setor privado, ajudado por subsídios do Estado, deve procurar oportunidades empreendedoras no crescente mercado da energia renovável.
- A comunidade de ciência e tecnologia deve dedicar mais atenção a superar o custo e as barreiras tecnológicas que atualmente limitam a contribuição das fontes renováveis de energia.
- As ONGs podem ajudar a promover a utilização de fontes de energia renováveis nos países em desenvolvimento.
- Os meios de comunicação social podem desempenhar um papel essencial no aumento da consciência do público nas questões relacionadas com a energia renovável.

ENERGIAS RENOVÁVEIS

No caso brasileiro, o principal produto de energias renováveis é o etanol da cana de açúcar. Por ser o Brasil, país com produção de bioenergia em larga escala, com

maturação econômica (produção, geração, distribuição e uso-final) assume o papel de norteador comparativo com relação aos EUA e a Europa.

No Brasil a busca para estabelecer uma política de redução da dependência externa de energia ocorreu como motivação inicial na década de 70, de forma a ter uma matriz energética diversificada e, desta maneira, consolidar uma política mais robusta. Nos EUA e na Europa preocupações mais atuais de cunho ambiental fizeram estes optarem por aumento do uso da biomassa em suas respectivas matrizes energéticas. Redução de poluentes que provocam o efeito estufa e incertezas relacionadas às fontes fósseis de energia encabeçam a lista de motivação.

No Brasil o uso da biomassa encontra-se maturado, enquanto nos EUA e também na Europa o projeto ainda está em estágio embrionário. Apesar dos supostos benefícios ambientais apontados pelo uso da biomassa como energia, incertezas relacionadas a outros impactos sugerem mais pesquisas. Degradação do solo, erosão dentre outros fenômenos são observados na produção. Fazendas com fins específicos para bioenergia são necessárias, respeitando os ciclos naturais do solo e da localidade. Neste sentido, o uso da biomassa pode ser fundamental na mitigação das mudanças climáticas, reduzindo assim os gases que provocam o efeito estufa.

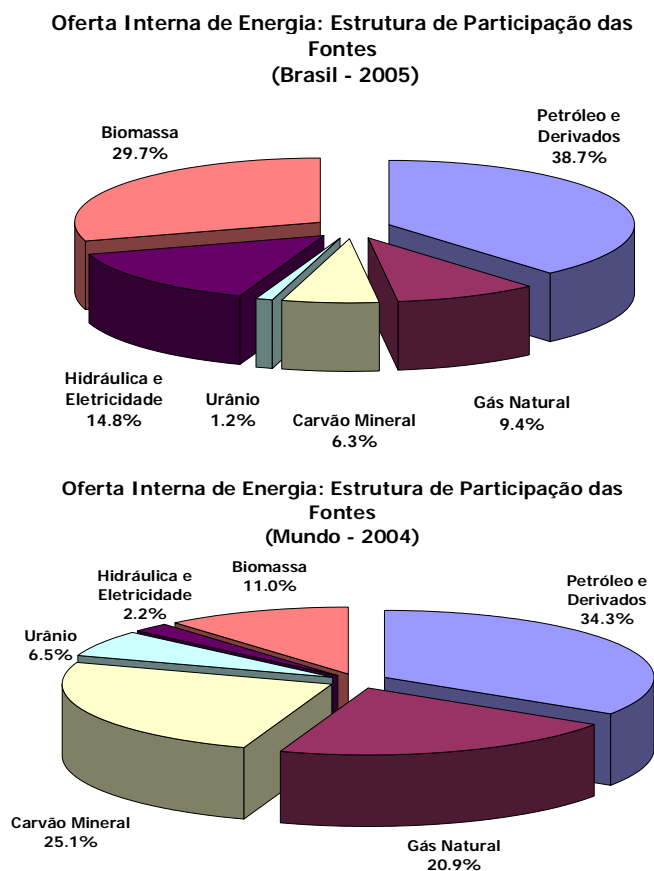
A principal fonte de bioenergia no Brasil vem da cana de açúcar, com usinas que produzem ao mesmo tempo açúcar, etanol e outros subprodutos. Muitos investimentos e esforços políticos foram realizados à época (1975). A criação do PROALCOOL, no final da década de 80, foi fator fundamental para o sucesso do uso deste vetor energético. Foi um importante evento na maturação política, tecnológica e econômica para o uso final desta energia.

Já nos EUA, uma das principais motivações se deu por aspectos relacionados ao efeito estufa. Existe uma grande preocupação mundial em reduzir gases que provocam o efeito estufa, como por exemplo, o CO₂ (dióxido de carbono). É notório que este país é o principal responsável pela maior emissão líquida destes poluentes. Uma das maneiras de possibilitar estas reduções é investir em fontes de energia renováveis às tradicionais (fósseis), para que não provoquem emissão de gases estufa ou tenham baixas emissões.

Em 2003, o presidente BUSH, traçou uma meta nacional de redução das emissões de gases que provocam o efeito estufa em 18% até 2012 (*U.S. Dept. of State*, 2003). Neste sentido, a biomassa é uma alternativa a ser considerada, dado os seus benefícios ambientais: seqüestro de carbono, baixa ou nenhuma emissão de poluentes na geração de energia e etc.

Na Europa, bem como nos EUA, uma das razões principais para o uso da biomassa como energia também foi mitigar os gases que provocam o efeito estufa. Além disso, as incertezas relacionadas às reservas de combustíveis fósseis foi fator fundamental para estes países buscarem diversificações em suas respectivas matrizes energéticas. Fica evidente, através do gráfico 1, que a participação da biomassa na oferta interna de energia no mundo ainda é muito pequena se comparada com o Brasil. E esta diferença se acentua cada vez mais se olharmos para os países considerados nesta pesquisa. Isto ocorre, devido a diversos fatores (maturação tecnológica, inviabilidade econômica, dentre outros) e que posteriormente serão discutidos com mais detalhes ao longo do texto.

Gráfico 1 – Oferta Interna de Energia: Brasil e o resto do Mundo (BEN, 2006)

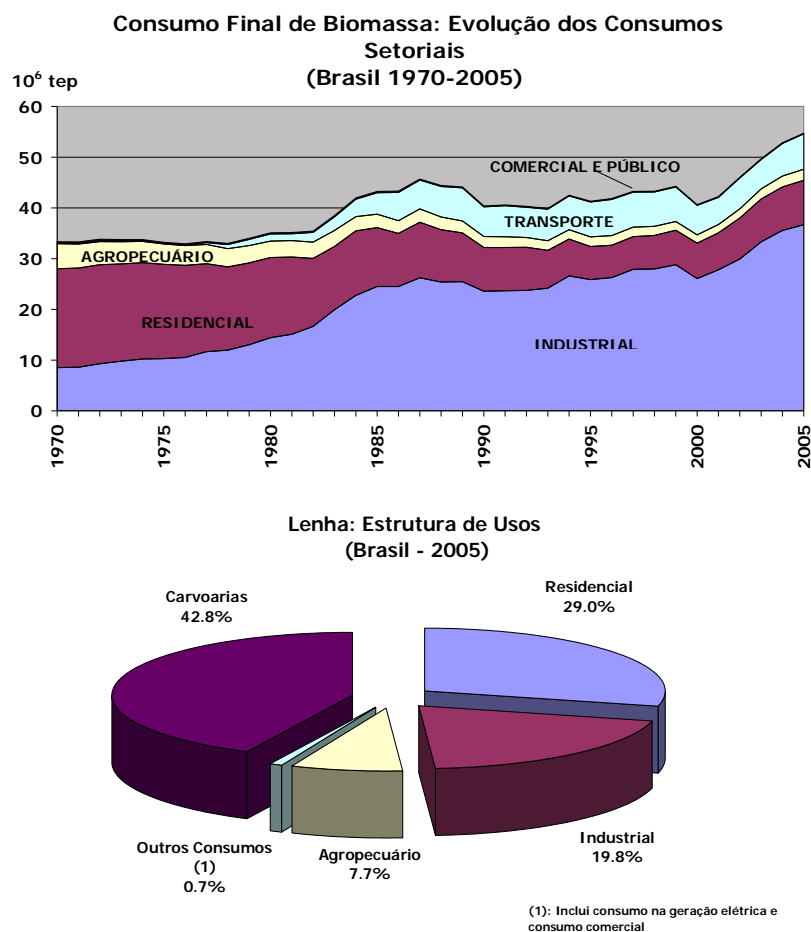


A BIOMASSA E O BRASIL

No Brasil, bem como no resto do mundo, o uso da biomassa para geração de energia surgiu nos primórdios da humanidade, através do uso da madeira para cocção e aquecimento. Na área da energia, a madeira é conhecida como lenha e ou carvão vegetal¹¹ e é assim que será considerada dentro deste estudo. Atualmente ela tem ampla utilização no Brasil e corresponde a 13% do consumo final de energia. O gráfico 2 representa a evolução deste consumo ao longo do tempo.

¹¹ É a transformação da madeira em carvão vegetal nas carvoarias. Geralmente é utilizada pelo setor industrial para atingir altas temperaturas, dado seu alto poder calorífico.

Gráfico 2 - (BEN, 2006)



No Brasil, quando se fala em biomassa, entenda-se por bagaço de cana, lenha, carvão vegetal, álcool e outras fontes primárias de energia. Estas são as mais usadas e difundidas. Pelo gráfico 2, percebe-se uma diminuição do uso da madeira nos setores residencial e agropecuário. E um grande aumento na participação da indústria neste consumo. Isso ocorreu basicamente pela política de inserção de GLP (gás liquefeito de petróleo) para cocção nas residências. Já para o setor agropecuário, a redução no consumo de biomassa ocorreu porque alguns processos típicos do campo foram transferidos para a indústria e estes estão principalmente relacionados ao consumo da madeira.

O grande aumento da participação do consumo de biomassa pela indústria vem do carvão vegetal. Isto ocorreu na metade da década de 80, quando muitas indústrias substituíram o óleo pelo carvão. O processo de produção deste é realizado nas carvoarias com a transformação da lenha neste específico carvão. Possui alto poder

calorífico, atendendo assim as necessidades da indústria por altas temperaturas na produção de bens.

Basicamente, o uso da madeira se restringe a dois setores: residencial e industrial. No primeiro, o uso final é estritamente e principalmente para cocção e também em menor escala para aquecimento. No segundo, com a transformação da lenha em carvão vegetal é utilizado para fins na produção de bens pela indústria.

Apesar de políticas públicas terem sido aplicadas para a disseminação do GLP no Brasil na década de 80, nos últimos anos percebe-se um retrocesso no uso desta energia para cocção e consequentemente um aumento na participação da lenha. Para esta finalidade, seria importante um incentivo governamental maciço nas camadas menos favorecidas da população, pois a distribuição da lenha para o uso final de cocção não está concentrada nas mãos de grandes empresas de distribuição de energia, como ocorre com o GLP. Desta forma, a democratização do uso da lenha seria mais eficaz.

Além disso, nos últimos 3 anos, houve uma ligeira redução no consumo de carvão vegetal pelas indústrias. Muito desta redução está associada à inserção do gás boliviano no parque industrial do centro-sul brasileiro e ausência de políticas públicas para o incentivo do uso deste energético. A tabela 1 e o gráfico 2 evidenciam este aumento e este decréscimo respectivamente.

No consumo energético da madeira para energia, a produção de carvão vegetal se destaca, em decorrência da demanda existente pelo produto junto ao setor siderúrgico. O Brasil é o maior produtor mundial de aço produzido com o emprego do carvão vegetal para fins de redução do minério de ferro. Contudo o uso de madeiras nobres do cerrado deve ser duramente coibido.

**Tabela 1 – Produção, Transformação e Consumo de Lenha e Carvão Vegetal
(BEN, 2006)**

	Unidade	2003	2004	2005	% 05/04
Produção de Lenha	10 ³ t	83 758	90 927	91 676	0.8%
Consumo em Carvoarias	10 ³ t	34 277	39 702	39 267	-1.1%
Consumo Final de Lenha	10 ³ t	49 090	50 814	51 998	2.3%
Consumo Residencial de Lenha	10 ³ t	25 691	26 044	26 564	2.0%
Consumo de Carvão Vegetal	10 ³ t	8 409	9 834	9 671	-1.7%

Apesar do sensível aumento na produção de lenha nos últimos anos, o aumento do consumo final total e do consumo final residencial a ausência de políticas públicas para o setor é evidente historicamente. A madeira é um importante componente no atendimento da demanda energética do Brasil. Aliado a isso, e também como consequência desta ausência, avanços econômicos, tecnológicos e de distribuição para este recurso energético estão estagnados ou pouco operantes.

Dada a necessidade pela diversificação da matriz energética, apreciar a madeira como vetor energético é de fundamental importância para o sucesso econômico do país. Desmistificar o seu uso e tirá-la da marginalidade é medida fundamental no planejamento energético nacional, promovendo políticas públicas que tornem o setor economicamente satisfatório, investindo em pesquisa e ações governamentais no que diz respeito a produção, geração, distribuição, transporte e uso final desta energia.

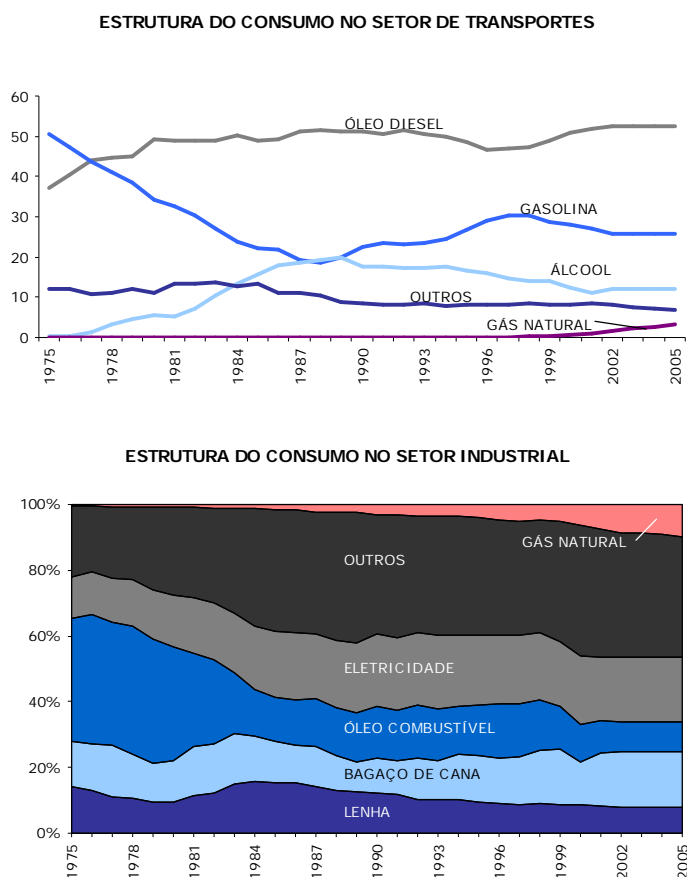
Por se tratar de uma fonte renovável de energia, diminui as incertezas de fornecimento a que estão submetidas às fontes fósseis. Importante destacar que apesar de ser uma fonte renovável de energia, ela apresenta índices de emissão de gases que provocam o efeito estufa. Além disso, as áreas de plantio da madeira devem obedecer aos ciclos da natureza, evitando assim impactos ambientais relacionados.

No que diz respeito aos impactos ambientais relacionados ao uso da madeira destacam-se: o manejo eficiente das áreas de plantio evitando a degradação da qualidade da terra, a preservação do solo e seus componentes para evitar a erosão, técnicas modernas de redução da emissão de gases que provocam o efeito estufa (transformação de lenha em carvão vegetal) e etc.

Outra grande fatia do uso da biomassa como energia no Brasil é a produção de álcool a partir da cana de açúcar. Este setor começou a ser explorado na década de 70, com fortes incentivos governamentais e investimentos associados. A época, o país tinha necessidade de diminuir a dependência externa de energia, principalmente no que diz respeito à importação de petróleo, sujeito a oscilações de preço no mercado internacional.

Políticas públicas no final da década de 80, principalmente para o setor de transporte, utilizando o etanol como combustível automotor, impulsionando o setor aos satisfatórios números atuais. No final da década de 70, criou-se o PROALCOOL, programa destinado a impulsionar os investimentos realizados na década passada. O programa previa que uma determinada fração da gasolina vendida nos postos deveria conter etanol. O gráfico 3 mostra a evolução do consumo de etanol no setor de transporte e também a participação do consumo de bagaço de cana na indústria.

Gráfico 3 – Consumo de Cana de Açúcar (Transporte e Industrial) (BEN, 2006).



Para o ano de 2006, 425 milhões de toneladas de cana foram processados no país, gerando 30 milhões de toneladas de açúcar e 17 milhões de metros cúbicos de álcool. Modelos de previsão indicam que até os anos 2012-2013, a demanda interna e externa de etanol irá aumentar significativamente. Cerca de 685 milhões de toneladas de cana serão processadas gerando 35,7 milhões de metros cúbicos de etanol, sendo que 7 milhões de metros cúbicos são para a exportação (Macedo, 2007).

O Brasil é um dos poucos países que se pode fazer observações a respeito do uso da biomassa em larga escala. É o maior produtor e exportador de etanol proveniente da cana de açúcar do mundo. Além disso, o etanol corresponde a quase 41% do combustível para veículos leves.

Outra vantagem observada no uso do etanol da cana de açúcar está relacionada a emissão de gases que provocam o efeito estufa. Os desenvolvimentos tecnológicos obtidos por todo o processo de implantação desta tecnologia no Brasil fizeram com que o etanol extraído da cana de açúcar seja menos poluente com relação a outros processos. A tabela 2 evidencia este fato (Macedo, 2006).

Tabela 2 – Balanço de energia na produção de etanol, com diversas matérias primas (Macedo, 2006)

Matérias-Primas	Energia renovável / Energia Fóssil Usada
Etanol de Milho (USA)	1,3
Etanol de Cana (Brasil)	8,9
Etanol de Beterraba (Alemanha)	2,0
Etanol de Sorgo sacarino (África)	4,0
Etanol de Trigo (Europa)	2,0
Etanol de Mandioca	1,0

Importante observar que tanto nos EUA, bem como na Europa, a atividade de obter etanol a partir da biomassa é recente e esta discrepância de eficiência ocorre basicamente pela maturação da tecnologia obtida pelo Brasil. Outro ponto importante é perceber as diferenças sistemáticas para cada país. Enquanto na Europa é mais comum obter etanol do Trigo, nos EUA é utilizado o milho.

Apesar de o Brasil apresentar melhores resultados relacionados a produção de etanol versus emissão de poluentes é importante ressaltar que outros impactos estão relacionados a esta atividade. Por exemplo, o cortador de cana trabalha em jornadas exaustivas, a temperaturas elevadas ao longo do dia e é mal remunerado. Além disso, existem relatos de possíveis focos de trabalho escravo nas lavouras¹². Outros poluentes estão relacionados no processamento de açúcar e etanol nas usinas, estes prejudicam a saúde humana e que não são totalmente contabilizados nos estudos realizados ou ganham menor importância nas publicações finais, são eles: aldeídos (problemas pulmonares)¹³ e acetona.

Outro impacto comum de ser observado no plantio da cana é a degradação da terra. A qualidade do solo reduz e são necessários manejos sustentáveis para a sustentação da lavoura, respeitando os ciclos naturais. Erosão do solo dentre outros fenômenos podem acarretar sérios prejuízos ambientais na localidade.

Afora as desvantagens ambientais acima citadas, uma vantagem na produção de etanol brasileira é a maturação econômica e tecnológica do projeto. Iniciada na década de 70, o primeiro período destaca-se pela ampla participação dos atores envolvidos na produção de etanol. Segundo Macedo (2006) “uma legislação específica, subsídios iniciais e permanente negociação entre os principais setores envolvidos, os produtores de etanol, os fabricantes de veículos, os setores reguladores governamentais e a indústria do petróleo, em um denso processo de aprendizagem”.

Toda esta estrutura alcançada na geração de energia a partir da cana de açúcar coloca o Brasil como o principal exemplo mundial na produção de bioenergia em larga escala. Atualmente este processo encontra-se amplamente desenvolvido e com possibilidades de aperfeiçoamentos tecnológicos. Além disso, dada à maturação do projeto, políticas

¹² Não é do escopo desta pesquisa fazer esta discussão, contudo, importante destacar que estas explorações ocorrem.

¹³ TOMIOKA, J. Fundamentos da Energia, CECS/UFABC, 2008.

de subsídios, muito comum quando é inserida uma nova tecnologia, não mais são necessárias. O aperfeiçoamento na produção e a diminuição dos custos de produção, associado com o alto valor do barril de petróleo colocam o etanol com um combustível economicamente viável e com supostos ganhos ambientais.

Para as próximas décadas, algumas inovações tecnológicas destacam-se: o uso mais eficiente da biomassa da cana, alterando geneticamente algumas espécies, propiciando assim uma gama maior de subprodutos (ainda é controversa no Brasil a política de alteração genética); energia e combustíveis líquidos poderão ser ainda mais explorados; tecnologias mais avançadas, como por exemplo, a hidrólise de biomassa (com diversas fermentações produzindo mais produtos) e a gasificação da biomassa para a geração de eletricidade ou combustíveis diversos.

Os investimentos em métodos de hidrólise da biomassa requerem um contínuo desenvolvimento e novos microorganismos para assegurar a fermentação e diminuir os custos das enzimas da celulose. O processo de hidrólise da biomassa leva vantagem comparativa com os processos de gasificação. Para minimizar os custos do transporte a longas distâncias pode-se pelletizar a biomassa.

Conforme Hamelinck (2005) o grau de desenvolvimento, os recursos e o transporte dos bioenergéticos variam consideravelmente. A produção em larga escala de bioenergéticos inclui riscos ambientais sociais e econômicos. O potencial para um desempenho maior pode ser obtido por novas tecnologias, combinando combustíveis, produção de energia, e incrementando a eficiência e diminuindo os custos. Na análise comparativa entre o metanol, o etanol, o hidrogênio e o biodiesel, verifica-se que os custos de produção ainda são mais altos do que no Brasil. Em larga escala, a conversão e os sistemas energéticos (especialmente ciclo combinado) tem alta eficiência.

As células combustíveis potencialmente têm uma alta eficiência energética, operam silenciosamente e requerem pouca manutenção. Entretanto, as células combustíveis não são comerciais atualmente e requerem o uso de baterias muito eficientes.

De acordo com LAL (2004) a composição da biomassa varia muito em propriedades e taxa de decomposição. Do total produzido no mundo 74% são dos cereais, 8% das

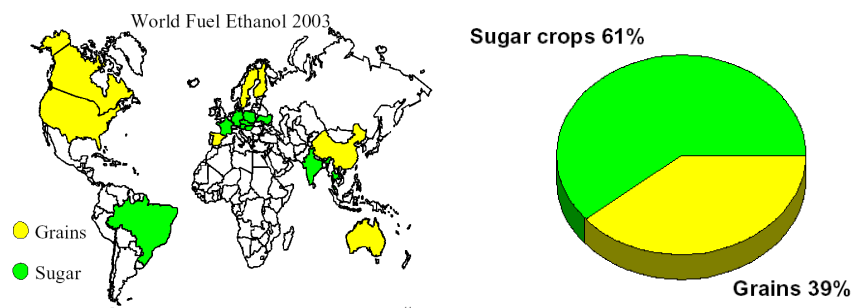
leguminosas, 3% das oleaginosas, 10% das produtoras de açúcar e 5% dos tubérculos. Do total mundial ($7,5 \times 10^9$ tEP), 13% ($0,976 \times 10^9$ tEP) são produzidos pelos Estados Unidos.

A energia total utilizada de $3,9 \times 10^9$ tEP pelos países em desenvolvimento, 22% provém da biomassa. Em contraste com o total mundial de energia utilizada de $6,7 \times 10^9$ tEP, somente 4% provém da biomassa. Entretanto, o uso intensivo pode esgotar o solo e se faz necessário adicionar macronutrientes (N, P, K) e micronutrientes (S, Cu, B, Zn, Mo).

Estas inovações tecnológicas iram possibilitar a médio e longo prazo a implementação de “biorrefinarias”. Segundo Macedo (2006), “com a utilização mais eficiente da sacarose e dos resíduos da cana (bagaço e palha), representando importantes ‘saltos’ tecnológicos”. O gráfico 4 (2003) mostra as regiões mundiais onde é produzido o etanol de biomassa. Os melhores resultados econômicos e ambientais da produção de etanol são registrados no Brasil.

Ainda no caso brasileiro, a utilização da biomassa ocorre tanto na queima nas caldeiras para geração de vapor para os processos de transformação da “garapa” em açúcar e álcool, mas também para cogeração de energia. No processo de cogeração, além da queima do bagaço de cana nas caldeiras para gerar vapor para os processos de transformação da “garapa” em álcool ou açúcar, há também a utilização de um ciclo termodinâmico de Rankine, onde parte do vapor passa por turbinas para gerar energia elétrica.

Gráfico 4 – Produção Mundial de Etanol – 2003 (METI, 2004)

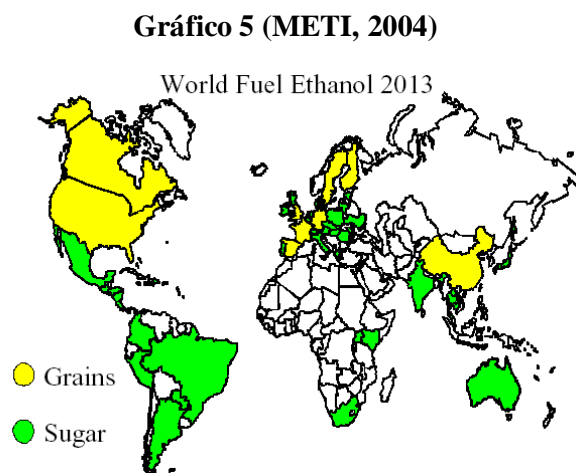


A UTILIZAÇÃO MUNDIAL DE BIOMASSA

Outras fontes de bioenergia nos outros países ou são projetos laboratório ou com pouca maturação. Importante destacar que a geração de etanol nos EUA é a partir do milho e na Europa existe uma mescla, predominando pela produção da beterraba.

O gráfico 4 evidencia este fato. Apesar de alguns focos de produção de etanol da cana de açúcar na Europa, os números mais significativos de produção estão relacionados à beterraba. Nos EUA esta produção é restrita aos grãos, com maior predominância pela geração do milho. O gráfico 5 mostra uma previsão da produção de etanol da biomassa para o ano de 2013.

O uso da biomassa para geração de energia nos EUA e na Europa ainda é recente. Diferentemente dos resultados obtidos pelo Brasil, nestes países, seu uso ainda não atingiu uma maturação econômica (produção, geração, distribuição e uso final) e tecnológica. Além disso, existem controvérsias ambientais relacionadas à exploração dos resíduos das plantações. Tais controvérsias também se aplicam ao caso brasileiro.



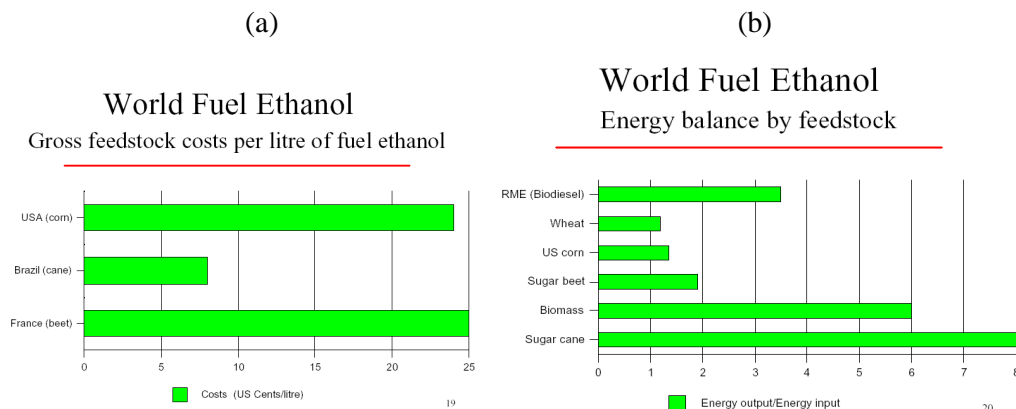
Nos EUA, como mostram os gráficos 4 e 5, a produção de etanol, por exemplo, é realizada a partir dos resíduos das plantações de grãos, particularmente de milho. O gráfico 6 (a) mostra comparativamente as vantagens econômicas e tecnológicas obtidas pela produção de etanol da cana de açúcar, especialmente no Brasil. Observe que no primeiro gráfico, existe uma relação custo (US\$ cents / litro). No caso brasileiro ele é

nitidamente mais vantajoso, dado o processo de maturação econômica e tecnológica na produção, geração, distribuição e uso final. Com uma densa e complexa cadeia consolidada. Ainda para este gráfico, observe que na França, o etanol é produzido a partir da beterraba e é ligeiramente menos vantajoso economicamente se comparado com os EUA e bem menos vantajoso se comparado com a realidade brasileira.

Já o gráfico 6 (b), mostra a relação da quantidade de energia necessária para produzir o etanol com a quantidade de etanol produzido (output/input). Os melhores resultados são obtidos no caso brasileiro. Comparado com os EUA o caso brasileiro é quase 8 vezes mais eficiente e se estendermos esta comparação para o caso da França ele é praticamente 6 vezes mais eficiente. Importante ressaltar que na Europa, um dos principais produtores de etanol a partir da Biomassa é a França (etanol da beterraba).

Uma das grandes preocupações na produção de energia oriunda da biomassa nos EUA, bem como na Europa, é justamente o aproveitamento dos resíduos das plantações. Estudos realizados mostram que apenas uma fração destes resíduos pode ser retirada do solo, sob pena de empobrecimento do solo, erosão, a manutenção inadequada da estrutura do solo, a não moderação da mistura do solo e seus regimes de temperatura, dentre outros.

Gráfico 6 (METI, 2004)



Muitas pesquisas foram realizadas para determinar a quantidade ideal de resíduos a ser retirada do solo sem provocar erosão e ou prejudicar a manutenção do ciclo natural. Este número está relacionado com diversos fatores. Segundo R. Lal (2005), estes fatores

dependem da “*soil erodibility, rainfall erosivity, terrain characteristics, land use, farming system, tillage methods and other soil/crop management practices*”.

No caso do etanol produzido do milho, como é utilizado nos EUA, estudos apontam que a taxa de retirada dos resíduos das colheitas de milho estão entre 20-40% (2005, Lal), dependendo dos fatores acima citados. Este valor é restrito somente para os casos onde se deseja apenas não promover a erosão do solo. Para os outros casos, este número seria ainda menor.

Mesmo mantendo a porcentagem da retirada de resíduos do solo constante e limitada, ainda assim, a manutenção do ciclo natural é comprometida. A manutenção do SOM (soil organic matter) não ocorre adequadamente quando são retirados do solo os resíduos da colheita, mesmo que esta respeite o limite definido para evitar a erosão.

Os resíduos da colheita são fontes de macro e micro nutrientes, necessários para o crescimento das plantações e humificação dos resíduos. Os resíduos das colheitas são sempre uma fundamental fonte de energia para todos os processos microbianos no solo. Além disso, são responsáveis pelas formações de nascimento das plantações e reciclagem de nutrientes. Também contribuem para o sequestro de carbono na atmosfera.

O que parece ser mais viável na geração de energia a partir da biomassa é a produção específica de uma determinada espécie vegetal para este fim. Muitas incertezas estão associadas ao se aproveitar resíduos de plantações que não tenham fins energéticos. A possibilidade de degradação do solo é evidente e perigosa. Agora, se plantações específicas de grãos ou afins, com finalidade específica energética, receberem manutenção adequada, com reposição de nutrientes no solo, com pesquisas aliadas com o intuito de mitigar os impactos relativos, o uso da biomassa para fins energéticos é possível e de grande valia.

Na Europa, atualmente, cerca de 6% da energia primária vem de fontes renováveis. Desta porcentagem, 3,7% vem da biomassa. A Comissão Europeia (European Commission's White Paper on Renewables) propôs uma meta de dobrar este valor até 2010, ou seja, a energia primária deveria corresponder a 12% de fontes renováveis.

Estima-se que um terço deste valor venha da biomassa, principalmente dos resíduos agrícolas e florestais. Em termos de medida energética este valor se aproxima de 1.85 EJ/ano, evitando a emissão de 50 milhões de toneladas de carbono de carvão por ano ou 28 milhões de toneladas de carbono de gás por ano (2006, Tuck, et ali).

Nos EUA, tanto o ex-presidente Clinton (1999), bem como o ex-presidente Bush, traçaram metas para a redução das emissões de gases que provocam o efeito estufa. O primeiro propôs um incremento de 6 quads ($6 \cdot 10^{15}$ BTU) até o ano de 2030 de energia proveniente de fontes renováveis. Em 2003, o segundo traçou uma meta de redução de 18% das emissões de gases que provocam o efeito estufa. Ambas as metas só podem ser alcançadas com a participação da biomassa. A biomassa tem um valor calorífico de aproximadamente 3×10^6 kcal/Mg (2005, Lal). Isto corresponde a 50% do poder calorífico do carvão e 33% do diesel. O valor de combustível de 1 Mg de biomassa está estimado em 18.6×10^9 J, equivalente a 2 barris (bbl) de diesel, 3×10^6 kcal ou 16×10^6 BTU (Lal, 2005). A tabela 3 mostra a produção de biomassa nos EUA e no mundo em 2001.

Em suma, a biomassa é uma importante e fundamental fonte de energia primária. Por ser renovável e apresentar baixas emissões de poluentes pode contribuir com as metas estabelecidas tanto para os EUA, bem como para a Europa. Contudo, pesquisas associadas ao incremento de biomassa na matriz energética destes países são de fundamental importância. Principalmente no que concerne aos impactos ambientais e sociais às populações submetidas. Faz-se necessárias plantações específicas para fins de bioenergia, respeitando assim a utilização de resíduos das colheitas em plantações com outras finalidades (comida). Mesmo nestas específicas fazendas de bioenergia, a qualidade do solo das áreas de plantio e seus manejos são de fundamental importância, devendo sempre se respeitar a taxa de retirada de resíduos da plantação para evitar a erosão do solo.

Tabela 3 – Valor da Energia de Biomassa Produzida nos EUA e no Mundo (Lal, 2005)

Parameter	USA (2001)	World (2001)
Total Crop Residue (10 ⁶ Mg/year)	488	3758
Oil equivalent (10 ⁶ barrels)	976	7560
Energy Equivalent		
Exajoules (10 ¹⁸ J)	9.1	69.9
Quads	8.0	60.0
10 ¹⁵ kcal	1.5	11.3

USO DE OUTRAS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

O uso de energia fotovoltaica também requer mais estudo com o desenvolvimento de baterias mais eficientes e feitas com material que ofereça menos riscos de poluição e contaminação como no caso do chumbo. Ainda é uma tecnologia cara e que não consegue resolver problemas técnicos e energéticos em um nível mais macro.

A energia eólica requer regiões com uma intermitência de ventos e causa impactos visuais e prejudica o vôo de aves migratórias.

A implementação de fonte renovável em escala maior deve satisfazer a necessidade da demanda. A demanda de energia ocorre de forma variada dependendo da hora do dia em um mesmo dia e de forma sazonal no decorrer do ano, conforme pode ser visto no gráfico 7. Variações de precipitações pluviométricas (meses mais secos ou mais chuvosos), demanda mais ativa em meses frios, regiões em que a necessidade de refrigeração e/ou conforto térmico é maior, alteram a demanda de energia e um sistema eficiente deve estar apto a tratar dessas oscilações.

**Gráfico 7 – Curva típica de fornecimento de potência de uma concessionária
(Marques, 2006)**



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sugestões dadas no “*Lighting the way, Toward a sustainable energy future*” são importantes porque indicam um foco de ação maior por parte das instituições, dos governos, meio acadêmico e sociedade. Todavia são genéricas e não entram a fundo no bojo das questões.

As energias alternativas requerem o uso de outras fontes de energia para transformá-las e torná-las viáveis. No caso do álcool de milho de uso norte americano, ou de beterraba na França, ou de sorgo na África, essas espécies não produzem biomassa suficiente que possa ser utilizada como combustível para sua transformação. Nos EUA usa-se a queima de derivados de petróleo para transformar o milho em álcool.

A indústria do álcool brasileiro possui algumas vantagens competitivas frente às outras energias renováveis como o metanol e o hidrogênio e até comparado com outras matérias-primas, principalmente por usar o bagaço e não combustíveis fósseis nas caldeiras como ocorre no caso dos EUA e Europa. A produção de álcool gera biomassa que é aproveitada no próprio processo e ainda pode gerar energia elétrica para ser vendida a rede com a co-geração, mas atenção especial com as patentes deve ser dada de forma a não perder os investimentos. Entretanto, a mão-de-obra gerada por essa

indústria não possui qualificação, recebe baixos salários e há problemas das condições dos trabalhadores.

Além disso, a energia que pode ser gerada pela cogeração pode contribuir para a matriz energética nacional uma vez que a safra da cana (maio a novembro) ocorre no período em que os reservatórios de água estão mais baixos. Atualmente, segundo a ANEEL, cerca de 10% das usinas comercializam o excedente da geração para o mercado, então há ainda um grande potencial de utilização da biomassa para gerar energia ao sistema elétrico que não está sendo utilizado. No caso do biodiesel, os grandes latifundiários vêm dominando o mercado com a soja. Alternativas como a hidrólise da biomassa e a gaseificação podem gerar produtos de maior valor agregado.

BIOMASSA: TEMPOS E CONTRATEMPOS

Márcio Luiz Perin

Gilberto Martins

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

O Relatório “Iluminando o Caminho: rumo a um futuro energético sustentável” expõe um cenário político e científico para garantir a sustentabilidade energética do planeta. A bioenergia é considerada um dos recursos energéticos de maior potencial para atingir essas metas. Este trabalho tem por objetivo discutir os riscos e as perspectivas da expansão da produção de bioenergia no Brasil. Tal produção é uma das estratégias do governo brasileiro para promover o desenvolvimento agrícola no país. No entanto, a expansão da produção de biocombustíveis pode agravar os problemas enfrentados pelo setor. O modelo de produção agrícola é insustentável, podendo comprometer os benefícios sociais, econômicos e ambientais da bioenergia.

Palavras-Chave: Energia, Biocombustíveis, Desenvolvimento Agrário, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The report "Lighting the Way: Toward a sustainable energy future" show a scientific and political prospect with ways to get sustainable energy of the planet. The bioenergy is considered an energy resource with the greatest potential to achieve these goals. This work aims to discuss the risks and prospects to increase the production of bioenergy in Brazil. This production is one of the strategies of the Brazilian government to promote the agricultural development in the country. However, the expansion of biofuel production may complicate problems faced by the sector. The countryside style is unsustainable and can damage the social benefits, economic and environmental of bioenergy.

Keywords: Energy, Biofuels, Agricultural Development, Sustainability.

INTRODUÇÃO

O homem moderno vem, cada vez mais, adquirindo a consciência de sua responsabilidade sobre seus atos, pelo cuidado e manutenção do seu habitat. Debates envolvendo as consequências das atividades humanas sobre a natureza vêm ganhando

respaldo tanto na comunidade científica, como na sociedade, tendo grande difusão através dos meios de comunicação. A questão energética tem promovido extensos debates na comunidade acadêmica. As flutuações no preço do petróleo e o acirramento dos debates sobre o aquecimento global têm levado a uma busca por novas formas de energia.

A geração e uso de energia está intrinsecamente ligada à questão ambiental. O processo de conversão, transporte e utilização da energia envolve externalidades. Emissões gasosas de poluentes, aquecimento global, desmatamento, esgotamento de recursos naturais são exemplos de impactos causados pelo setor energético. A relação entre aquecimento global e produção de energia, bem como, a magnitude de sua influência sobre as atividades humanas no planeta, gera controvérsias, sendo alvo de intensa discussão. No entanto, é senso comum entre a comunidade científica que as emissões de gases de efeito estufa são nocivas ao meio ambiente (DINCER E ROSEN, 2007).

A intensificação dos debates envolvendo questões energéticas e ambientais, relacionadas com o aquecimento global, levou os líderes mundiais a assinarem um acordo com a finalidade de reduzir a emissão de gases de efeito estufa. O protocolo de Kyoto, assinado em 1992 no Japão, foi considerado um novo marco para o setor energético. As fontes de energia tidas como renováveis ganharam maior destaque nos programas de prospecção energética dos países. As Nações Unidas indicam que o setor energético necessita promover mudanças em quatro áreas estratégicas: fontes de energia menos intensivas em carbono; aumento da eficiência energética; fontes renováveis; sistemas de transporte sustentável (DINCER E ROSEN, 2007).

O Relatório “Iluminando o Caminho: rumo a um futuro energético sustentável”, publicado pelo *InterAcademy Council*, expõe um plano científico, tecnológico para o desenvolvimento dos recursos energéticos, a fim de garantir um crescimento econômico sustentável das economias nos países industrializados e em desenvolvimento. O estudo foi elaborado por um painel de estudos composto por 15 especialistas em energia de diversos países, com a co-presidência de Chu e Goldemberg e comissionado pelos governos do Brasil e da China (CHU E GOLDEMBERG, 2007).

Chu e Goldemberg, 2007, apresentam quatro ênfases que devem ser abordados pelas nações mundiais em suas políticas energéticas: i) aumento na eficiência energética e redução da intensidade de carbono das economias mundiais; ii) desenvolvimento de tecnologias para a captura e seqüestro do carbono emitido por fontes fósseis; iii) a utilização de fontes energéticas renováveis ou de baixa emissão de carbono e iv) democratização no acesso a energia.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar os benefícios e os riscos que a adoção da “Recomendação 7: Difusão no uso dos biocombustíveis” representa para economia global, em especial para a sociedade brasileira. Com esse intuito, este trabalho irá analisar algumas perspectivas para a produção sustentável dos biocombustíveis no Brasil.

A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NO MUNDO

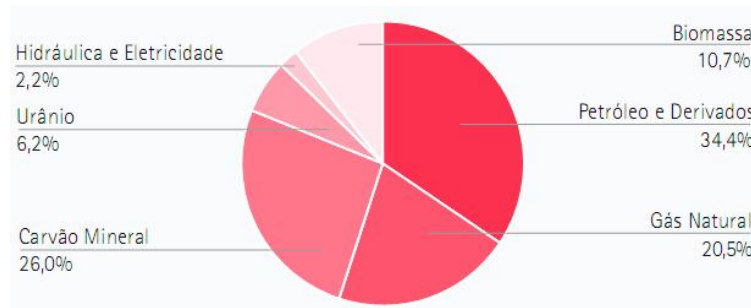
A conversão da luz do sol em energia química é um dos processos mais importantes para o suporte da vida no planeta. O processo de conversão da energia solar em energia química, que envolve o consumo de CO₂ e a produção de O₂, é responsável pela reprodução das plantas. O termo biomassa é usado para designar os recursos vegetais utilizados para a produção de energia. As principais fontes de biomassa são as florestas, culturas agrícolas e os resíduos resultantes das atividades agroflorestais e de pecuária.

De acordo com sua origem e tipo de beneficiamento a biomassa é classificada em biomassa moderna e biomassa tradicional. A biomassa tradicional esta associada à produção de energia por recursos oriundos de manejo insustentável e por técnicas de baixa eficiência e altos índices de emissão de poluentes. A biomassa moderna é obtida em um manejo adequado, com emprego de tecnologias que garante maior eficiência nos processos de produção e conversão, garantindo um combustível com qualidade mais elevada. Pode-se citar: etanol, biogás, bio-óleo, óleos vegetais, madeira de reflorestamento, etc. (CHU E GOLDEMBERG, 2007).

A biomassa é um dos recursos energéticos mais antigos, utilizados pela humanidade, sendo que, atualmente, corresponde a cerca de 10% do consumo energético global. Apesar de não haver dados precisos, estima-se que um terço da população mundial tem

na biomassa a principal fonte de energia (madeira, resíduos agrícolas, de pecuária e florestais, dentre outras fontes). No entanto, cerca de 90% do consumo mundial corresponde a biomassa tradicional. A biomassa moderna corresponde a cerca de 10% de toda biomassa consumida em escala mundial (CHU E GOLDEMBERG, 2007). O Gráfico 1 apresenta a configuração da matriz energética mundial.

Gráfico 1 – Matriz energética mundial. (BEN, 2008)



A procura por novas formas de energia, renováveis, limpas, seguras e competitivas frente às formas de energia de origem fóssil, tem aumentando a demanda por recursos energéticos oriundos da biomassa moderna. O Relatório “Iluminando o Caminho: rumo a um futuro energético sustentável” aponta os biocombustíveis como sendo uma das mais promissoras formas de energia para garantir uma matriz energética sustentável.

No entanto, em partes da África, Ásia e América Latina, famílias utilizam a biomassa tradicional para suprir as suas necessidades energéticas, principalmente para a cocção de alimentos. Seu uso normalmente é ineficiente, resultando na depreciação dos recursos naturais e danos a saúde aos operadores desses sistemas. A qualidade dos serviços energéticos prestados por esse tipo de aplicação é geralmente precário, com alto custo de mão-de-obra para o desempenho das atividades de coleta e transporte do combustível. Atividades essas, normalmente desenvolvidas por mulheres e crianças. Além disso, a produção de combustíveis oriundos de fontes tradicionais da biomassa pode agravar o problema do desmatamento, com aumento da pressão sobre o ecossistema local e nas emissões líquidas de gases de efeito estufa (CHU E GOLDEMBERG, 2007).

Apesar desses inconvenientes, bilhões de pessoas continuam a utilizar as fontes tradicionais de biomassa para o suprimento de suas necessidades de energia. Essas fontes são mais acessíveis e menos intensivos em capital. A biomassa seca é facilmente obtida e estocada, e o seu uso tem raízes culturais em muitas sociedades. Além disso, na ausência deste recurso, muitos países teriam que aumentar as suas importações energéticas; muitas famílias pobres teriam que aumentar os seus gastos monetários na aquisição de outras formas de energia (CHU E GOLDEMBERG, 2007).

O setor de transporte é considerado o mais vulnerável às crises no mercado do petróleo. Existem poucas alternativas energéticas disponíveis comercialmente para esse setor. Os biocombustíveis são vetores energéticos provenientes da biomassa. A sua conversão dá-se por meio de processo físicos, químicos e/ou biológicos da matéria-prima original (que podem ser cultivos florestais e agrícolas, resíduos de processos industriais, agrícolas e residenciais, dentre outros). Desta forma, a produção de biocombustíveis líquidos, como substitutos dos derivados do petróleo (em especial o diesel e gasolina) têm atraído particular interesse, sendo considerada uma das alternativas mais promissoras para o mercado de bioenergia (CHU E GOLDEMBERG, 2007).

O Plano de Ação Americano para o Desenvolvimento dos Biocombustíveis (National Biofuels Action Plan) aponta como cinco áreas estratégicas na cadeia produtiva dos biocombustíveis que deveriam canalizar os investimentos governamentais: produção de matéria-prima; logística na distribuição da matéria-prima; melhores no processo de conversão; sistemas de distribuição dos combustíveis; tecnologias para o uso eficiente dos combustíveis (BRDi, 2008).

Em 2007 o Congresso Americano aprovou a “Norma de Combustível Renovável” (RFS), como sendo parte do Programa de Ação para Independência e Segurança Energética (EISA). O programa tem como meta reduzir o consumo de gasolina em 20% até 2017, através da produção interna de biocombustíveis. Para atingir a meta proposta será necessário um incremento anual na produção de biocombustíveis em 35 bilhões de galões¹⁴ (132,48 bilhões de litros), oriundos principalmente de combustíveis avançados, como o etanol celulósico e o biodiesel. No ano de 2007 o governo americano

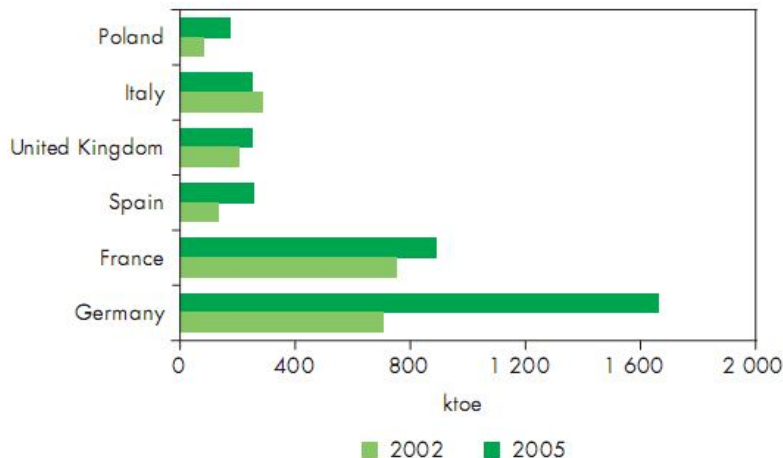
¹⁴ 1 galão americano corresponde a 3,785 litros.(EIA, 2008).

disponibilizou cerca de US\$ 210 milhões em investimentos para projetos de pesquisa relacionados com a produção de etanol celulósico (BRDi, 2008).

A Europa também tem estimulado a produção de biocombustíveis. A Política Agrícola Comum (Common Agricultural Policy), reformulada em 2003, estabelece incentivos para que os agricultores europeus optem por cultivares com fins energéticos, como a colza e a beterraba. A nova política prevê uma remuneração especial de €45 por hectare destinado a produção de bioenergia, sendo que nestas áreas não podem ser produzidos cultivares para a produção de alimentos (FAO, 2008).

O Gráfico 2 apresenta a produção de biocombustíveis nos anos de 2002 e 2005 em países selecionados da Europa. Os maiores produtores europeus de biocombustíveis são Alemanha e França. O biodiesel é produzido principalmente por óleo de colza. Já a produção de etanol provém principalmente do açúcar de beterraba.

Gráfico 2 - Consumo de Bicombustíveis em países selecionados da Europa¹⁵.
(IEA, 2006)



A “Política Energética para Europa”, publicada em março de 2007 pelo Conselho Europeu, estabelece que, até 2020, 10% dos combustíveis consumidos pelo setor de transporte deverão ser oriundos da biomassa (FAO, 2008).

¹⁵ ktOE corresponde a mil toneladas equivalentes de petróleo (10³ tEP).

A legislação europeia sobre os biocombustíveis baseia-se em três normas principais (FAO, 2008):

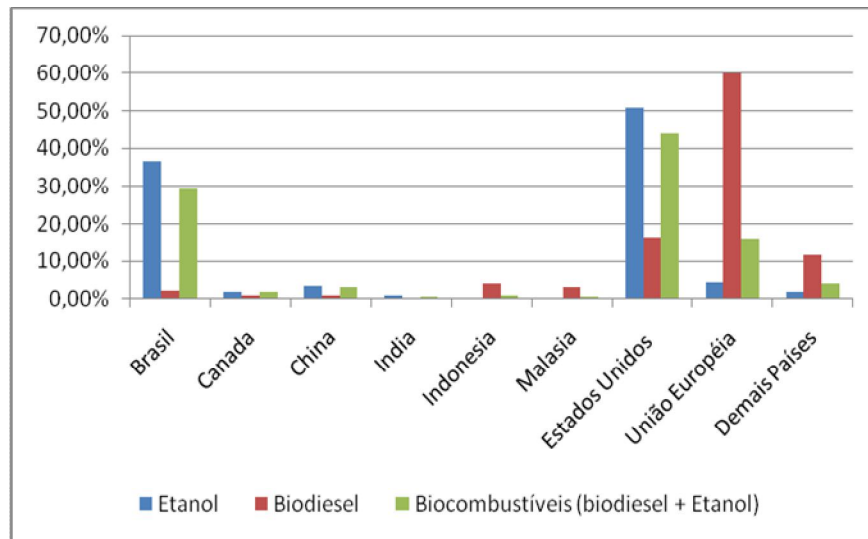
- A norma 2003/30/EC estabelece as bases para a inserção de um mercado para os biocombustíveis. Esta norma estabelece a participação voluntária dos biocombustíveis no consumo energético do setor de transportes de 2% para 2005 e a obrigatoriedade de 5,75% até 2015.
- A norma 2003/96/CE permite que os estados membros criem políticas de incentivos fiscais aos biocombustíveis. Cada nação integrante esta livre para aplicação de políticas fiscais de acordo com suas necessidades.
- A norma 98/70/CE, modificada pela norma 2003/17/CE atende as especificações ambientais. A norma estabelece um limite de 5% da mistura de etanol no combustível utilizado nos motores Otto, propondo ainda a adesão voluntária de 10%.

Além dos Estados Unidos e União Europeia, a utilização de biocombustíveis no setor de transportes tem sido estimulada em diversos países. A Tabela 1 sintetiza as principais ações praticadas por esses países.

Tabela 1 – Principais metas de consumo de bioenergia estabelecidas nas economias do planeta.(FAO, 2008).

País ou Região	Metas
Brasil	Obrigatoriedade na mistura de 20-25% de etanol com a gasolina. Adição de 3% de biodiesel até julho de 2008 e 5% até o fim de 2010.
Canadá	5% combustível renovável nos motores Otto até 2010 e 2% em motores Diesel até 2012.
China	15% das necessidades energéticas o setor de transportes deverão ser atendidas com biocombustíveis até 2020.
Índia	Propôs a adoção da obrigatoriedade de 5-10% de etanol e 20% de biodiesel. Processo em trâmite.
Japão	Consumo de 500 milhões de litros de biocombustível até 2010 (Voluntário).
África do Sul	8% da matriz para 2006 (voluntário). Analisando aumentar para 10%.
Estados Unidos	9 bilhões de galões até 2008, aumentando para 36 bilhões em 2020 (legalizado). Destes, 21 bilhões serão combustíveis avançados (com 16 bilhões de galões por etanol celulósico).
União Européia	10% da energia do setor de transportes até 2020 (Obrigatório).
Rússia	Não há metas estabelecidas.
México	Metas em processo de análise.

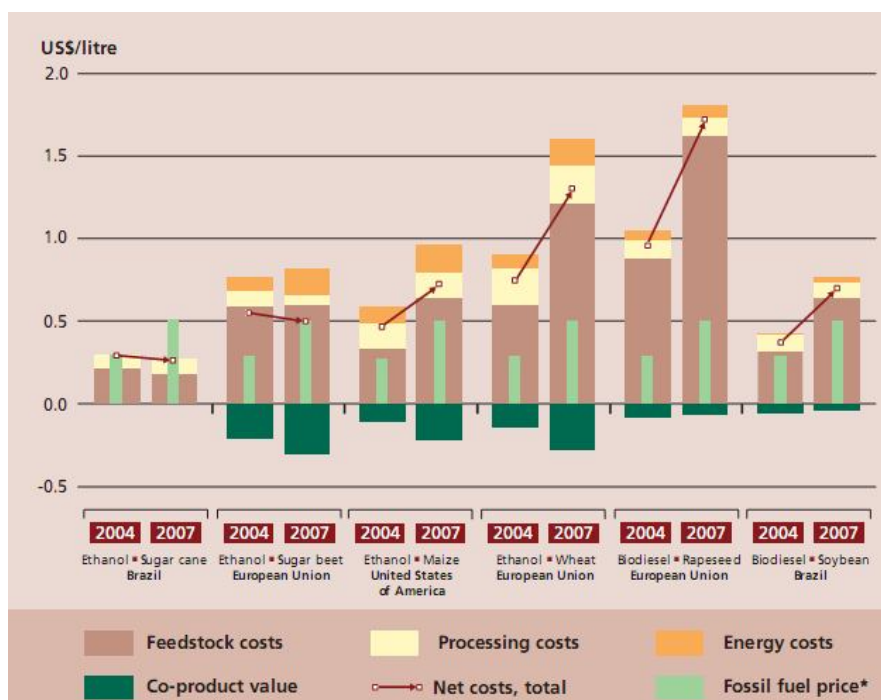
Gráfico 3 – Participação de países selecionados na produção mundial de biocombustíveis no ano de 2007. (FAO, 2008)



O Gráfico 3 apresenta a distribuição da produção de biocombustíveis no mundo, em 2007. Os Estados Unidos lideram a produção de etanol, sendo ainda o país com a maior produção de biocombustíveis (etanol + biodiesel). Já a União Europeia é a maior produtora de biodiesel, respondendo por cerca de 60% da produção mundial. O Brasil é o segundo maior produtor de etanol, ocupando ainda, esta ocupação no “ranking geral” da produção de biocombustíveis.

No entanto a expansão na produção de biocombustíveis é limitada por seu alto custo de produção, quando comparada com seus concorrentes fósseis (diesel e gasolina). Com a exceção do etanol da cana produzido no Brasil, os biocombustíveis necessitam de subsídios para viabilizar a sua produção. Um dos principais fatores que encarecem a produção dos biocombustíveis é o custo da matéria-prima. As matérias-primas empregadas na produção dos biocombustíveis apresentam, normalmente, alto valor agregado (como exemplo temos a soja na produção de biodiesel e o milho na produção de etanol), eleva o custo final dos produtos. O Gráfico 4 apresenta os custos de produção dos biocombustíveis produzidos nos Estados Unidos, União Europeia e Brasil, e a participação de cada item no custo final.

Gráfico 4 – Composição dos custos de produção nos Estados Unidos, União Européia e Brasil do etanol e biodiesel. (FAO, 2008)



Avanços tecnológicos na produção e conversão dos biocombustíveis podem garantir maior competitividade aos combustíveis. Desenvolvimentos nas ciências químicas e biológicas, com o desenvolvimento de novas culturas para a produção de energia, novas enzimas e simulação artificial dos processos biológicos (fotossíntese, fermentação, etc.) podem reduzir os custos de produção dos biocombustíveis (CHU E GOLDEMBERG, 2007).

Os biocombustíveis de segunda geração, que podem ser produzidos a partir de matérias-primas residuais resultantes de processos produtivos, da agropecuária ou de atividades agro-florestais, constituem-se como alternativas para a redução no custo de produção da bioenergia. A produção de etanol celulósico, que é uma das mais promissoras fontes de “energia limpa e barata”, pode, a princípio, utilizar como insumo, qualquer matéria-prima que contenha celulose e hemicelulose (como bagaço de cana, palha da soja, casca de arroz, etc.). No entanto, são necessários avanços tecnológicos significativos. As tecnologias não são viáveis comercialmente. Os processos são complexos e envolvem o emprego de tecnologias ainda embrionárias.

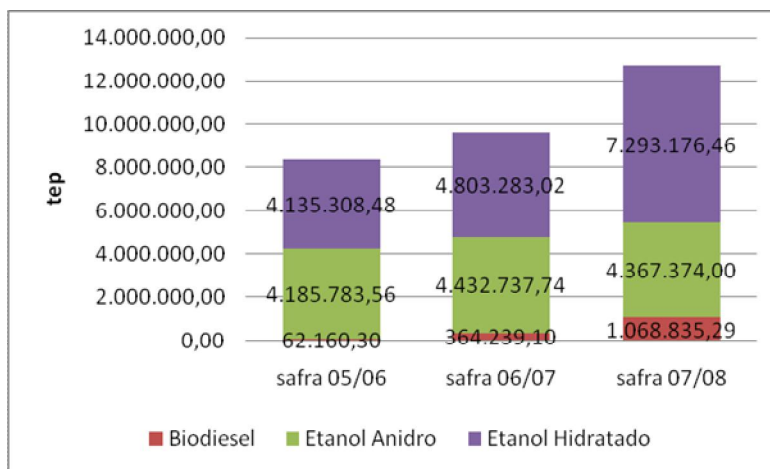
Existem ainda os combustíveis de terceira geração. A produção de biodiesel a partir de culturas de micro-algas mostra-se como uma alternativa promissora para a produção de bioenergia a um custo acessível, utilizando solos pouco nobres para a produção de alimentos. No entanto, esta tecnologia encontra-se ainda em estágio laboratorial, distantes de uma aplicação prática. Em um futuro próximo esta tecnologia pode contribuir para a almejada produção de energia limpa, segura e sustentável.

O BRASIL E OS BIOCOMBUSTÍVEIS

A produção de biocombustíveis faz parte da agenda tecnológica nacional, com programas de incentivos econômicos e fiscais para a sua produção e consumo. O Programa Nacional do Alcool (Proálcool, Decreto nº 76.593/75), a Lei da Inovação (Lei 10.973/04), a Lei do Biodiesel (Lei 11.097/05), o Plano Nacional de Agroenergia (PNA 2006–2011) e o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC 2007–2010), dentre outros marcos regulatórios recentes, têm estimulado o aumento da participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional (DURÃES, 2008).

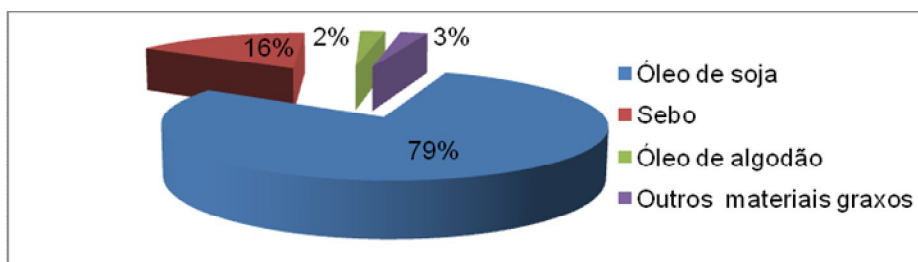
A matriz brasileira de biocombustíveis baseia-se na produção de etanol e biodiesel. O Brasil é o segundo maior produtor de etanol, perdendo apenas para os Estados Unidos. A produção brasileira de biodiesel ainda é incipiente apresentando, no entanto, sinais de crescimento. O Gráfico 5 apresenta evolução da produção brasileira de etanol e biodiesel nas últimas três safras.

Gráfico 5 - Evolução da produção brasileira de etanol e biodiesel nas três últimas safras. (UNICA, 2009; ANP, 2009)



Os principais produtores de etanol são os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2008), tendo como matéria-prima a cana-de-açúcar. O biodiesel é produzido por mais de uma fonte, tendo como principais estados produtores o Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás (DE FREITAS e NACHILUK, 2009). O gráfico 6 apresenta a matriz de matéria-prima para a produção de biodiesel no país.

Gráfico 6 – Matriz de suprimento da produção de biodiesel no Brasil. (DE FREITAS e NACHILUK, 2009)



Analisando os Gráficos 5 e 6 pode-se verificar que os principais insumos utilizados para a produção de bioenergia no país são a cana-de-açúcar e óleo de soja. Esses insumos são produzidos em sistemas de produtivos baseados em monoculturas, com alta intensidade de capital e de agroquímicos (em especial no caso do biodiesel). No entanto, este modelo de produção agrícola tem sido questionado quanto a sua “sustentabilidade”.

De acordo com o relatório “Impactos da indústria canavieira no Brasil”, divulgado pela Plataforma BNDES, 2008, a agroindústria canavieira, nos moldes atuais é insustentável (com pressões sobre o meio ambiente, condições de trabalho precárias e de baixa rentabilidade para os produtores). A cana-de-açúcar tem origens históricas no país, sendo produzida desde o período colonial. Sua trajetória no país está marcada por agressões a vida humana e ao meio ambiente.

As condições de trabalho na atividade canavieira são precárias, envolvendo riscos à saúde dos trabalhadores decorrentes da poluição do ar decorrente da queima do solo para o plantio e aquela que precede a colheita, a utilização maciça de produtos químicos, os efluentes das usinas processadoras de álcool e açúcar, entre outros. Além disso, os trabalhadores (em sua grande maioria migrante das regiões norte e nordeste) se submetem a condições de trabalho semelhantes ao regime de escravidão. Outra consequência é o aumento dos episódios de violência doenças sexualmente transmissíveis, do tráfico de drogas e da gravidez entre adolescentes nos municípios produtores (PLATAFORMA BNDES, 2008).

A premissa ambiental, motivadora de uma expansão da indústria canavieira, como fonte de energia é alvo de questionamentos. Diversos impactos estão associados a este setor a destacar: poluição atmosférica, devido às queimadas praticadas no período de colheita; diminuição da biodiversidade local; poluição dos recursos hídricos e salinização do solo pelo uso do vinhoto ou vinhaça in natura como fertilizante. Além dos dilemas próprios da agricultura moderna, com o uso intensivo de máquinas e agroquímicos, e a erosão dos solos que provoca a poluição e o assoreamento dos mananciais próximos às áreas de cultivo (PLATAFORMA BNDES, 2008).

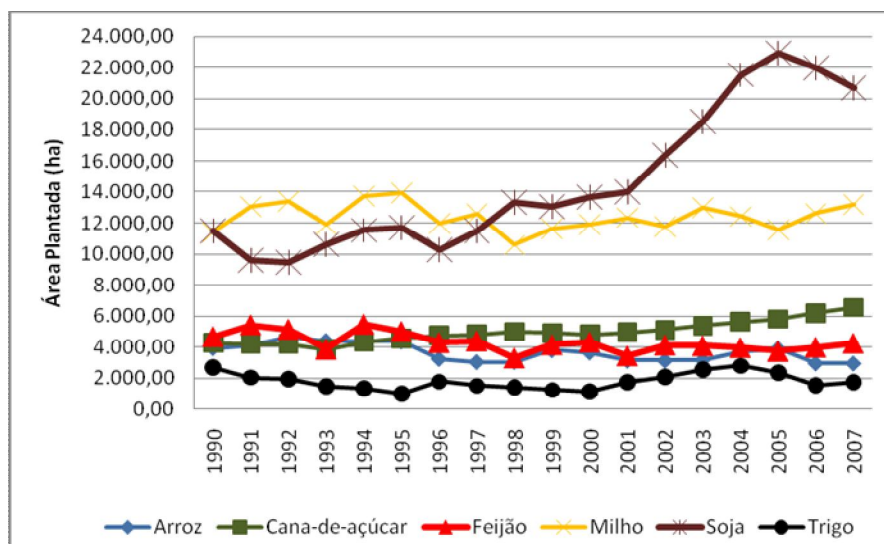
Ademais, a capacidade agrícola nacional em produzir bioenergia sem prejudicar a produção de alimentos tem sido questionada. A alta no preço dos alimentos registrada em 2007, que segundo estimativas do Fundo Monetário Internacional (FMI), tiveram uma elevação de 80% em comparação com os preços praticados no final de 2005, tem sido atribuída a produção de biocombustível (MARTHA JR, 2008).

Martha Jr, 2008, afirma que a elevação nos preços dos alimentos deve-se ao deslocamento de parte da produção americana de milho para a produção de etanol. Esse

autor afirma ainda que o etanol de cana-de-açúcar e o biodiesel (principais vetores bioenergéticos do país) não competem com a produção de alimentos. “*Os fatores clássicos de produção (terra, capital e trabalho) não criam obstáculo à expansão da agroenergia em bases sustentáveis*”. Goes et. al, 2008, afirma que existe área disponível para aumentar em 30 vezes a ocupada com cultivares para a produção de bioenergia, sem prejuízo das de preservação ambiental, de outras culturas ou utilizadas para a produção de carne.

A capacidade agrícola brasileira para a produção de bioenergia e alimentos tem sido analisada apenas sobre o ponto de vista quantitativo, ou seja, pela diferença entre a área de terras agricultáveis disponíveis no país e a área necessária para atender a demanda de etanol. No entanto, a expansão da área de lavouras não ocorreu de forma equitativa entre os diferentes cultivos. De um lado a soja, o milho e a cana-de-açúcar apresentaram uma tendência de elevação, e os cultivos alimentícios como o feijão, o arroz e o trigo apresentam uma tendência de queda. O gráfico 7 descreve a variação da área ocupada pelas principais culturas destinadas a alimentação e produção de energia.

Gráfico 7 – Brasil: Área destinada a produção de determinadas culturas.
(CONAB, 2008; CONAB, 2009)



A soja foi a cultura que teve maior incremento em área de plantio, sendo atualmente o produto com maior representatividade na estrutura agrícola nacional. A área cultivada com cana-de-açúcar também foi ampliada. Em contrapartida a área destinada a

produção de alimentos foi reduzida, com destaque para a produção de feijão e arroz, que tiveram as maiores reduções. O gráfico 7 demonstra uma mudança na dinâmica de ocupação do solo no Brasil, com tendência a aumentos nas áreas ocupadas por cultivos destinados a produção de bioenergia, em detrimento a produção de alimentos. O que motiva o agricultor a produzir energia ou alimentos é o mercado: a cultura que garantir maior rentabilidade prevalecerá.

A expansão das lavouras de cana-de-açúcar e soja tem deslocado o rebanho bovino brasileiro para a região amazônica. No período de 1997 a 2007, registrou-se um crescimento de 78% na quantidade de cabeças de gado na região, com destaque para o sul do Pará, o norte de Mato Grosso e Rondônia. Em 2007, cerca de 35% do rebanho bovino do país estava concentrado na região da Amazônia (IBGE, 2008). Apesar da alegação do governo brasileiro, a produção de etanol e biodiesel tem expandido a fronteira agrícola até a Amazônia legal (alvo de constantes preocupações quanto a sua preservação).

Tabela 2 – Variação no efetivo de bovinos na Amazônia Legal no período de 1997-2007 (IBGE, 2008)

Ano	Efetivo Brasil (cabeças)	Efetivo na Amazônia Legal (cabeças)	Participação no Efetivo Nacional (%)
1997	161 416 157	39 096 793	24,2
2002	185 348 838	56 928 398	30,7
2005	205 886 244	73 135 001	35,5
2007	199 752 014	69 574 964	34,8

O fato de o Brasil possuir a fonte de produção de etanol mais barata do mundo tem atraído grupos investidores, provocando crescimento exponencial da área plantada com cana-de-açúcar e a explosão da construção de usinas no país. O governo brasileiro tem promovido intensos esforços a fim de aumentar as exportações de etanol brasileiro. Uma eventual abertura dos mercados internacionais, aliado ao aumento da demanda nacional, aumenta a ocupação de terras destinadas à produção de cana-de-açúcar. Os resultados dessa expansão são incertos, podendo gerar graves consequências na produção de alimentos brasileira.

As mudanças no uso do solo refletem a instabilidade econômica que o setor agrícola vem enfrentando ao longo dos anos. A expansão das monoculturas tem ocorrido à custa da elevação no uso de fertilizantes e da mecanização, apoiada na disponibilidade de crédito e subvenções (PLATAFORMA BNDES, 2008). Além disso, a agricultura moderna baseia-se a sua produção nas “commodities agrícola” altamente dependentes das flutuações do mercado externo. Atualmente quase toda a safra nacional é financiada. Eventuais quedas na cotação dos produtos ou a ação de intempéries climáticas podem provocar grandes prejuízos ao setor. O resultado é o endividamento dos produtores.

Martha Jr, 2008, sugere a adoção de técnicas mais eficientes de manejo, como medida para aumentar a produção sem aumentar significativamente a área cultivada. O autor afirma que, com a intensificação da produção agrícola, o Brasil terá condições de aumentar a produção de biocombustíveis sem comprometer a produção de alimentos. No entanto, a intensificação da agricultura brasileira esbarra na insustentabilidade econômica deste modelo, sem falar nos impactos ambientais e sociais resultantes das mudanças de uso do solo geradas pelas monoculturas, os quais são tão ou mais relevantes e que trazem junto consigo implicações econômicas adicionais (PLATAFORMA BNDES, 2008).

O elevado endividamento do setor revela a fragilidade da “agricultura moderna” baseada em monoculturas altamente dependentes de insumos e de capital externo. Entre 1999 e 2007, a dívida rural subiu de 42,3 para 87,4 bilhões de reais, com uma participação expressiva da dívida de investimentos, sobretudo na aquisição de máquinas (PLATAFORMA BNDES, 2008). Considerar o atual modelo agrícola sustentável é ingênuo e perigoso. A expansão agrícola de forma desordenada, sem um planejamento adequado pode agravar os já latentes problemas ambientais do planeta.

PONTOS DE DISCUSSÃO

A bioenergia é apontada com uma das fontes mais promissoras para substituir os derivados de petróleo. No entanto, a capacidade agrícola mundial em produzir energia sem comprometer a segurança alimentar da população mais pobre, tem sido contestada. As condições climáticas, disponibilidade de recursos hídricos e expansão territorial continentais, denotam ao Brasil papel de destaque no novo cenário mundial.

A expansão da produção dos biocombustíveis faz parte da agenda política do governo brasileiro. Os biocombustíveis têm alicerçado o sonho nacional de torna-se uma potência agrícola, produzindo “energia sustentável” para o planeta. A expansão na produção de biocombustíveis requer, no entanto, um planejamento adequado, sob pena de comprometer os benefícios ambientais e sociais atribuídos a produção de biomassa.

A competição entre a produção de energia e alimentos envolve questões mais complexas que disponibilidade ou não de terras agriculturáveis. O mercado agrícola de não é estável. As fortes oscilações na cotação do preço dos alimentos entre cada safra provocam variações na oferta da produção na safra seguinte. Somados a este fato, têm-se o elevado custo de produção e ação de intempéries climáticas, que provocam instabilidades no mercado agrícola. O mercado da bioenergia é mais estável. A garantia de compra por parte das usinas produtoras a preços pré-estabelecidos fornecem maior garantia aos produtores, que optam por produzir energia ao invés de produzir alimentos. É necessário, desta forma, um programa de gestão da produção agrícola, a fim de garantir que a produção de bioenergia não comprometa a segurança alimentar da população mais pobre.

Além disso, a problemática envolvendo a produção dos biocombustíveis é mais abrangente do que a simples discussão sobre a sua influencia ou não na segurança alimentar. O “problema da fome” no mundo não é oriundo da falta de alimentos, mas sim, pelo baixo poder aquisitivo da população mais carente. Este tem raízes mais profundas, sendo consequência do modelo de desenvolvimento econômico adotado pelas nações. “Fome por não poder, não por não ter”. É indispensável, porém, planejar a expansão dos biocombustíveis. O limiar entre “o ser herói e o ser vilão” é tênue. Entender os limites dessa expansão é indispensável, devendo estar presente na pauta de discussões. A bioenergia só pode ser considerada sustentável se for produzida de forma sustentável.

Os sistemas agrícolas são complexos, envolvendo uma série de processos econômicos, culturais e de relação com o meio ambiente, processos excessos que ocorrem simultaneamente e em diferentes intensidades de acordo com a região. Soluções energéticas com pretensão de serem sustentáveis e que envolvam o uso da infra-

estrutura agrícola devem atender a diferentes restrições ou perspectivas: compatibilidade com as leis biofísicas, a identidade cultural, a organização sócio-política, as restrições ambientais, o contexto institucional, as variáveis macro e micro-econômicas e conhecimento sobre os processos ecológicos envolvidos (GIAMPIETRO; PASTORE E ULGIATI, 2003).

A utilização de insumos industrializados e a mecanização aumentaram a capacidade produtiva das terras. No entanto, a intensificação da produção em áreas não aptas, ou acima de sua capacidade de suporte, tem provocado erosão, contaminação dos solos e água com agroquímicos, mudanças nos ciclos hídricos e diminuição da flora e fauna. O manejo não adequado às nossas condições climáticas simultaneamente com a ocorrência natural de chuvas intensas ou períodos de estiagem tem diminuído a capacidade de auto-sustentação da agricultura brasileira (AGOSTINHO, 2005).

O modelo de gestão da agrícola adotado no país tem provocado intensas mudanças nas estruturas sociais do campo. A agricultura familiar que, por muito tempo, teve um papel importante na economia nacional, empregando grande parte da população agrária, está em crise. De Gouvello, 1995, aponta a existência de uma crise energética agrária, onde os pequenos e médios produtores estão perdendo a sua capacidade produtiva e de auto-sustentação. Como consequência, o trabalho agrícola tem sido marginalizado. Muitos agricultores, tentando garantir a sua sobrevivência, submetem-se a condições de trabalho extremas nos grandes latifúndios. O trabalho agrícola deixou de ter caráter familiar passando a ser assalariado. Outra consequência é a intensificação da urbanização no país. Buscando melhores condições de vida, muitas famílias migram para os grandes centros urbanos, agravando os já latentes problemas sociais e de infraestrutura enfrentados pelas cidades.

O Brasil necessita de um plano de gestão territorial adequado a realidade agrária nacional. A readequação territorial, com distribuição adequada das terras destinada a ocupação rural e urbana, reservas florestais e de proteção permanente, exploração de recursos minerais e florestais, pode garantir maior sustentabilidade a agricultura brasileira. O plano de gestão territorial deve contemplar ainda, a sistematização do manejo de áreas de preservação, a administração dos sistemas hídricos e o controle e renovação dos recursos naturais.

A bioenergia representa um potencial altamente relevante para o desenvolvimento econômico e redução dos riscos associados com o aquecimento global. Os desenvolvimentos tecnológicos devem garantir maior sustentabilidade ambiental à produção de bioenergia. O principal desafio está nos impactos sociais correlacionados (SACHS, 2007). A adoção de modelos alternativos, com a concomitância da produção da produção patronal e familiar é indispensável para a produção sustentável dos biocombustíveis. O fortalecimento das unidades familiares é indispensável para o desenvolvimento econômico e social do país.

A produção diversifica de bioenergia em pequena escala, concomitantemente com a produção de alimentos pode contribuir para a mitigação da crise agrícola nesses sistemas produtivos. A geração descentralizada de energia em pequenas propriedades rurais pode contribuir para a um aumento na sustentabilidade energética e econômica do local, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e reduzindo a evasão agrícola.

A geração descentralizada de energia favorece a utilização dos recursos energéticos locais. O que tem por benefício incremento no valor econômico destes recursos, além de promover o desenvolvimento tecnológico da região. A utilização adequada de tecnologias para a geração descentralizada pode aumentar a quantidade e a qualidade da energia disponível no local, a um custo acessível, com menores perdas de eficiência e com menor pressão sobre o meio ambiente (NOGUEIRA E LORA, 2003).

Além das culturas energéticas tradicionais, outro grande potencial para a produção de energia é o aproveitamento de resíduos resultantes da produção agropecuária. Durante as atividades de colheita, transporte, armazenagem e beneficiamento são produzidos uma gama enorme de rejeitos. Esses rejeitos, normalmente são lançados no meio ambiente, com pouco ou nenhum aproveitamento. Além de representar um impacto ao meio ambiente, a não utilização desses materiais incursiona um desperdício de energia, uma vez que eles representam potencial energético considerável. A utilização dos rejeitos agrícolas representa assim um grande potencial para geração de energia sustentável e de baixo custo. Entretanto, devem-se desenvolver estratégias para a exploração desses recursos, principalmente no âmbito técnico e econômico.

O Brasil tem grande disponibilidade de terras que podem ser utilizadas para a produção agrícola. No entanto, a expansão da produção de biocombustíveis, baseado apenas na exploração de monoculturas pode agravar ainda mais os problemas do campo, além de comprometer os benefícios ambientais e econômicos associados à produção de bioenergia. A diversidade agrícola associada condições climáticas favoráveis podem ser aproveitadas para a introdução de um modelo de geração de energia sustentável. Tecnologias alternativas, utilizando as potencialidades locais podem ser aplicadas, reduzindo a pressão sobre o meio ambiente. Neste modelo a geração de energia poderá coincidir com a produção de alimentos, além de diminuir as pressões sobre os grandes centros, devido a mitigação da evasão agrícola.

Já a aplicação de técnicas agrícolas sustentáveis, que promovam a conservação do solo e dos recursos hídricos (rotatividade de culturas, reaproveitamento de rejeitos agrícolas, técnicas adequadas de irrigação, dentre outros) pode garantir um aumento da produção com menor impacto sobre o meio ambiente. O zoneamento agrícola das culturas, seleção de culturas energéticas adequadas e o emprego de práticas de manejo adequadas, podem aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O futuro dos biocombustíveis, bem como sua relação com a segurança alimentar e desenvolvimento agrícola é incerto. Desenvolvimentos tecnológicos podem garantir um aumento na eficiência e redução nos custos dos biocombustíveis. A evolução dos combustíveis de segunda geração, produzidos a partir de matérias-primas de menor valor agregado podem garantir maior sustentabilidade ao setor. Existe ainda, a possibilidade da viabilização dos combustíveis de terceira geração, obtidos a partir de culturas específicas para a produção de energia. Avanços na produção de biodiesel a partir de micro-algas podem garantir a produção do combustível a custos ambientais e econômicos reduzidos.

A expansão da produção dos biocombustíveis faz parte da agenda política do governo brasileiro. Intensos esforços têm sido empenhados no sentido de promover a produção e o uso do biocombustíveis. No entanto, a expansão da produção da bioenergia pelo governo tem acirrado aos debates sobre as influencias dessa expansão sobre as relações

sociais, ambientais e econômicas da agricultura brasileira, bem como os riscos a segurança alimentar da população mais carente.

A produção de biocombustíveis não pode estar baseada apenas na produção de monoculturas. A curta história do Brasil traz ensinamentos suficientes para alertar que a obsessão pelos biocombustíveis pode resultar em graves consequências econômicas, ambientais e sociais ao país. A produção de bioenergia nos moldes como vem sendo proposta não gera desenvolvimento, apenas agrava os já latentes problemas do campo. O planejamento energético nacional não pode atrelar a produção de biocombustíveis a demandas de terceiros, mas sim preocupar-se com a capacidade da agricultura brasileira em atender, de forma sustentável essa demanda.

O Brasil precisa de um plano de gestão de sua produção agrícola que respeite as especificidades regionais. Atrelar o desenvolvimento agrícola à produção fundiária de monoculturas pode acarretar em graves problemas sociais, ambientais, além de reduzir a competitividade do setor. Os índices de produtividade recorde alcançados pelo país nos últimos anos marcaram o problema enfrentado pelo setor. Cada vez mais endividado, os agricultores vem-se dependentes de subsídios financeiros para continuar produzindo. Em uma análise mais ampla, a bioenergia só pode ser considerada sustentável se considerar o emprego das técnicas de produção sustentáveis, além de prever a participação da geração descentralizada em unidades familiares.

O GOVERNO OBAMA E SEUS DILEMAS EM FACE DA QUESTÃO ENERGÉTICA.

José Alexandre Altahyde Hage

Sinclair Mallet Guy Guerra

RESUMO

Este artigo tenciona analisar três aspectos da política internacional que se interligam: 1 - a crise econômica internacional; 2 - o intuito do governo Obama para diversificar sua matriz energética e; 3 - o possível papel a ser representado pelo Brasil como exportador de energia. Três fatores que podem contribuir para o equilíbrio político-econômico se forem apresentados como programa legítimo, mas também pode intensificar mais uma crise em virtude de se tratar de temas de grande relevância para os Estados, como energia.

Palavras-Chave: Governo Obama, Governo Lula, Etanol, Energia.

ABSTRACT

This paper intends to analyse three aspects belong to international politics that have interchange: 1 - The international economic crises; 2 - The goal of the obama's government to change the american matrix energy and; 3 - The possible Brazilian role in the international issue energy with exporting of ethanol. Three important aspects to international economic balance. But the question has yet to be observed by legitimate to Obama's choice because the presidential program can help the system, overall in energy but can also to make problems, for example, with coal choice.

Key-Words: Obama's Government, Lula's Government, Ethanol, Energy.

QUESTÃO AMERICANA QUE TOCA AO BRASIL

Classicamente os Estados nacionais sempre se empenharam para manter sua existência no sistema internacional considerando, para tal, a regularidade de insumos energéticos, sobretudo de hidrocarbonetos que tanta importância guarda para a consecução política e econômica dos países no decorrer do século XX, como bem avalia Raymond Aron que vê os Estados como “unidades políticas” prontas para valorizar sua soberania e afastar

os riscos e ameaças (Aron, 1986). Sendo praticamente o eixo sobre o qual se eleva a moderna economia industrial o petróleo, gás natural e outros passaram a ser disputados entre Estados rivais ou divididos por meio de acordos diplomáticos quando há cooperação internacional.

A dramatização política por que passam grandes regiões petrolíferas, Oriente Médio, África Ocidental e Ásia Central não é desprovida de razão. Na atualidade, elas são os grandes núcleos de exploração de hidrocarbonetos, responsáveis por mais de 70% de toda a produção mundial. Esses dados podem ser encontrados na Agência Internacional de Energia.

Por isso, não é de se estranhar o interesse que os Estados Unidos, Rússia e China, os denominados *great players* da política internacional têm naquela região do Globo. Não há como ignorar que a saúde política e econômica dessas potências depende, em algum grau, da segurança energética que saem das negociações e da presença política que Moscou, Washington e Pequim conseguem conservar nas áreas de prospecção – o que resulta em conflitos diferenciados.

Ainda que de forma muito limitada, não há dúvida de que a ascensão lenta, mas progressiva, dos combustíveis renováveis, etanol à primeira vista, pode alterar a forma como se desenha a matriz energética mundial, altamente ligada aos combustíveis fósseis e seus derivados. Matriz que, de acordo com Vidal e Vasconcellos é mantida politicamente pelas grandes potências. (Vidal e Vasconcellos, 1998).

Por ser o maior consumidor mundial de energia os Estados Unidos procuram obter segurança energética de modo contínuo e sem deixar de considerar que se trata de questão estratégica, de poder político, e não apenas algo que fica ao gosto do mercado e seus agentes operacionais. Contrariando a máxima de que petróleo é apenas um bem negociável em bolsa de valores, semelhante a ferro, milho e outros, Peter Gowan é da opinião de que conflitos considerados “apolíticos” expressam justamente a politização que o tema tem para a economia mundial. Jogo pesado, disputas cujas regras são turvas

e violência são constantes nos negócios do petróleo, sendo a globalização uma das formas de manter esse jogo. (Gowan, 2003).

Para escapar do progressivo uso da *realpolitik* que passara a ser empregado nas zonas produtivas de petróleo, o que fora feito pelo ex-presidente norte-americano George W. Bush, a nova administração da Casa Branca procura outorgar uma linha *soft power* à Secretaria de Estado. Vale dizer, menos poder militar e mais persuasão; menos violência e mais acordo. Por conseguinte, isso faz com que o presidente Barack Obama enverede por caminhos que levam ao melhor relacionamento com regiões negligenciadas anteriormente, o que vale para a América Latina, com suas reservas de energia que passam a ser ainda mais relevantes. Crise financeira e consecução energética são um impulso para os Estados Unidos e sua nova política.

Por isso, pode se compreender o interesse do presidente brasileiro Luis Inácio Lula da Silva nos assuntos de Washington, para dialogar com seu colega Barack Obama sobre a crise financeira que assola o sistema econômico internacional, desde setembro de 2008, e o objetivo de contribuir para que se encontrem meios para sair da turbulência que assola todo o sistema. Sem dúvida, algo que interessa profundamente ao Brasil e, não menos, à nova administração da Casa Branca, visto que a economia de massa, razão de ser da ordem de mercado, e do pleno emprego, depende amplamente de crédito irrestrito para todas as camadas sociais.

Mais do que isso. Como já havia reparado o grande brasileiro Celso Furtado o equilíbrio do sistema produtivo atual, o capitalismo, só consegue ser mantido por meio de dois vetores, o desperdício em forma de alto consumo e a abundância de matérias-primas, inclusive energéticas. (Furtado, 1992). Claro, mesmo com toda a dramatização que os combustíveis fósseis provoca no sistema internacional, por si mesmo conflituoso, sua regular produção e comercialização promovem esse equilíbrio tão caro para as economias nacionais que vivem do consumo de massa, sobretudo os países industrializados, Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão.

Daí o apego que as potências industrializadas têm pelos hidrocarbonetos, considerando que sua riqueza, desenvolvimento e bem-estar social são muito dependentes do consumo de petróleo. E a boa exploração dessa matéria-prima se dá à medida que esses mesmos países conseguem coordenar duas situações primordiais para sua preeminência no sistema econômico e político internacional: 1- influenciar no processo de negociação nas praças internacionais mais bem situadas politicamente, Nova Iorque e Londres. 2 – obter controlar na exploração na produção do petróleo sob o ponto-de-vista geopolítico (Gowan, 2003). Isso pode ser percebido pela articulação que o poder naval norte-americano procura ter nas áreas mais delicadas politicamente nas proximidades das zonas de exploração e transporte, como Canal de Suez.

Por outro lado, embora o governo brasileiro possa se arrogar de ter construído medidas que ajudam o Estado a resistir à crise financeira, por exemplo, as formas de coordenação bancária que permitem maior participação do Banco Central no cotidiano do mercado financeiro, não há dúvidas de que o pronto restabelecimento da economia internacional, ao menos dos Estados Unidos e da Europa Ocidental, daria grande ânimo à elevação industrial e da economia brasileira.

Isto porque os Estados Unidos perderam por volta de 10% de sua riqueza em virtude de solvências bancárias. Situação que já havia feito com que o ex-presidente George W. Bush aplicasse, em 2008, mais de US\$ 600 bilhões para consertar o sistema financeiro sobre o qual o país havia apostado sua nova projeção de poder em companhia do Reino Unido, de Margaret Thatcher a Gordon Brown. Os Estados Unidos e o Reino Unido preferiram deixar a produção, o aspecto físico da economia, em segundo plano, para privilegiar setor que envolve alta tecnologia da informação e da comunicação, fornecendo facilidades bancárias e crédito a quase todos os Estados.

É fato que o papel desempenhado pelos Estados Unidos não é solitário dentro desse imbróglio. O Reino Unido tem sua participação como sócio. A projeção de poder das duas potências por meio do mercado financeiro e da tecnologia, desenvolvida para ocupar esse espaço, foi bem analisada por dois importantes analistas do tema, Peter Gowan (2003) e John Gray (1999).

Essa transformação político-econômica, tanto dos Estados Unidos quanto do Reino Unido, pode ser interpretada como uma das formas de expressão da globalização que abarca todo o sistema econômico internacional sendo que nele os países fazem papel de cliente do grande conjunto bancário que aposta no crédito fácil para manter a estabilidade. De fato, o crédito abundante não deixa de ser relevante em vista do modelo de atuação econômica adotado por Nova Iorque e Londres, as duas mais importantes praças internacionais do mercado financeiro.

Vale dizer, economia aberta que as duas potências adotaram e influenciaram outros países; De fato, sem desconhecer as resistências nacionais que os governos locais procuram adotar para neutralizar os efeitos dessa conjugação econômica e financeira, como o Japão e a Índia. Se não procuraram resistir pelos efeitos econômicos que fosse, então, pelo aspecto cultural e político. Mesmo assim, não há como ignorar que a crise promoveu retrocessos até em Estados que se esforçaram por relativa distância em relação aos grandes centros financeiros globais.

Assim, o governo do presidente Lula faz questão de sublinhar que a posição brasileira no sistema econômico internacional é diferente, tem mais qualidade, uma vez que o País não faz parte da atual crise em condição subalterna e recorrente ao Fundo Monetário Internacional, como foi nos anos 1990, na crise asiática e russa. A atual situação, para o governo federal, é imbuída de amor-próprio e vontade nacional para apresentar saídas para os problemas que perturbam praticamente todo o mundo. No lugar de sofrer em virtude de erros alheios, o Estado brasileiro é tido por modelo de resistência e sabedoria em política econômica.

Mas há também outro tema, não divorciado do primeiro, que também impulsiona o governo Lula a procurar Washington: a posição energética que toca os interesses dos dois países. Desde a visita de Bush ao Brasil, em 2007, Brasília tem a intenção de aumentar a venda de etanol, álcool de cana-de-açúcar, para a economia norte-americana e procurar tirar vantagem da pujança industrial daquela potência, o que elevaria substancialmente os ganhos econômicos do setor sucroalcooleiro nacional. Por isso, o clamor para que a economia daquele país volte a crescer.

Considerando a máxima ricardiana, das vantagens comparativas, o Brasil teria grande possibilidade de aumentar tanto sua riqueza quanto sua participação econômica internacional como fornecedor de combustíveis renováveis e, para isso, teria de convencer o bloco de poder americano a abrir mão de medidas protecionistas a favor de produtores de etanol de milho que, embora renovável, é altamente custoso e menos eficiente que o parente de cana-de-açúcar. Aqui reside o imbróglio, uma vez que geralmente os governos das potências industrializadas costumam ser mais sensíveis às pressões dos grupos organizados domesticamente, sindicatos e outros. E isso vale tanto para os Estados Unidos quanto para a Europa Ocidental.

QUESTÃO BRASILEIRA QUE TOCA A AMÉRICA LATINA

Eis uma grande tarefa para Lula em seu diálogo com Obama: como fazer com que o governo democrata, encarado por protecionista e apegado às questões sindicais e trabalhistas, possa contemplar o desejo do Brasil para fazer valer sua competência “natural” no fornecimento de combustível limpo para os mercados sem condições de produzi-lo a contento. Por que desperdiçar milho ou outro elemento “nobre” para a alimentação se o território brasileiro tem condições de fornecer combustível mais bem desenvolvimento econômica e ambientalmente?

Mas, por outro lado, o fato de o Brasil ter competência e tecnologia energética não significa ter controle na cadência energética internacional. O jogo sobre a energia é pesado e requer desenvoltura política e estratégica dos membros que queiram exercê-lo. Não há garantia de que o grande produtor de energia seja também um respeitado *player*. E isso é um traço que o grupo estratégico brasileiro, no complexo Planalto-Itamaraty, tem de conhecer.

Isto porque há uma outra advertência além do aspecto fluido do sistema internacional, na energia, a corrida pela cadência tecnológica que pode fazer com que a ciência americana ultrapasse a brasileira na corrida no quesito de produção de etanol e biomassa, que seja mais eficiente e fruto de outros insumos, além da cana, como a madeira e resíduos orgânicos. Isto porque seria faltoso desconsiderar a qualidade

acadêmica dos Estados Unidos e seu papel nos esforços para a renovação do poder nacional daquele país, sobretudo em período de crise.

Por poder nacional, o que vale para o Brasil, Estados Unidos, China etc, é o conjunto de fatores que, quando são bem congregados, podem aumentar a expressão internacional do país em moldes mais respeitáveis. Vale dizer, o bom relacionamento entre uma economia moderna, ciência e tecnologia, forças armadas, saúde pública de qualidade e qualidade política, e outros, são essenciais para a consecução de segurança do Estado (Ferreira, 2001). E torna-se evidente que fluxo assegurado de energia também se integra ao plano do poder nacional.

Por isso, não seria de todo errôneo frisar que a preeminência tecnológica que o Brasil pode apresentar atualmente é muito irregular em virtude de duas razões: É ainda necessário haver um programa estratégico em que venha a se construir um bloco de ação e trabalho entre o governo federal, os estaduais, as universidades e as empresas do setor energético.

E não há dúvida que se o Brasil adentrar pela tarefa de também renovar e sofisticar seu poder nacional poderá encontrar resistências internacionais, ou domésticas, para limitar sua atuação internacional, ou deixá-la acontecer somente a ponto de não criar “inconveniências” que possam contrariar os interesses de países que, de igual forma, apresentam interesses no sistema internacional, no que tange à energia. (Vidal e Vasconcellos, 1998).

Além de tencionar ser fornecedor de etanol para os Estados Unidos, o Brasil também tem o intuito de fornecer gasolinas – hidrocarbonetos com valor agregado. Mais uma questão que não passa despercebida, já que haveria de se desenvolver largamente as novas jazidas das Bacias de Santos e Campos para que o País possa fornecer combustíveis aos americanos sem se descuidar da demanda nacional. Aumentar e desenvolver a produção nacional requer regularidade de investimentos em um momento em que há forte retração de investimentos no setor de pesquisa e tecnologia, por isso a torcida para que a crise financeira seja logo superada.

E mais, se o Brasil se tornar grande fornecedor de combustível, vale dizer, gasolina e demais produtos acabados, ele poderá substituir o papel que atualmente é ocupado pela Venezuela, cuja produção petrolífera, de 60 a 70%, é exportada para o mercado norte-americano. Neste ponto, emerge um problema. Se o governo Obama quer preterir a produção venezuelana a favor da brasileira é porque o governo de Hugo Chavez continua sendo intragável para a Casa Branca. Obama alega que tal medida seria para diminuir a dependência norte-americana de petróleo importado. Mas qual o propósito em trocar a Venezuela pelo Brasil? Talvez a resposta mais factível continue sendo ainda de teor político e não essencialmente técnico.

Se o Brasil se elevar na condição de fornecedor de hidrocarbonetos para os Estados Unidos, então, sua posição internacional também deverá ser alterada, tornando-se mais delicada. A dependência de Washington das energias importadas faz com que o país não se descuide do quesito estratégico e militar. Parte considerável do poder naval americano está nas zonas de trânsito dos superpetroleiros que saem do Oriente Médio para a Europa Ocidental – ato que vem ocorrendo desde o ano de 1991, quando Estados Unidos, e aliados, adentraram no Coveite.

Sobre esta questão não seria fora de propósito tocar em assunto difícil que é sobre a locomoção da IV Frota naval dos Estados Unidos no atlântico (Battaglino, 2009). Em outras eras talvez o trânsito do poder naval norte-americano seria interpretado somente como exibição ou manobra. Mas com toda a evidência sobre as descobertas da Bacia de Santos há como fazer outra interpretação. Se, no fundo, a presença do poder naval da Republica americana não seria maneira de forçar o Brasil a abrir alguma negociação que seja conveniente para a Casa Branca. Por enquanto a questão é por demais complexa e pede reflexão.

O aumento de fluxo de combustíveis não-renováveis do Brasil para o mercado norte-americano pode suscitar elevação de ânimo em alguns países sul-americanos, começando por Brasília, pois energia é um dos itens que integram o poder nacional. Além disso, o cuidado estratégico, a locomoção de frota naval dos Estados Unidos para o Atlântico Sul poderá ser vista com grau de tensão, mesmo que o tema ainda não seja

confirmado. Daí, o Estado brasileiro teria de administrar dois impasses, um militar em virtude do trânsito de vasos de guerra norte-americanos, tocando as jazidas brasileiras; e um político, já que as exportações do Brasil podem suscetibilizar Hugo Chavez, que nunca escondeu sua crítica ao etanol.

Não somente Hugo Chavez se desgostou da política brasileira dos combustíveis renováveis. O ainda errático bloco bolivariano que congrega Bolívia, Cuba e Equador tentou unificar crítica contra o Brasil tanto no fórum da América Latina quanto das Nações Unidas. Durante todo o ano de 2008 houve forte crítica porque havia a premissa de que o etanol brasileiro, entre outros, encarecia a produção alimentar nos Estados do Terceiro Mundo.

Um traço marcante da economia norte-americana é que ela consome, em média, 25% de toda a produção mundial de energia, o que vale para hidrocarbonetos e carvão mineral. No governo Obama houve preocupação de diversificar a matriz energética do país, procurando fazer com que outros insumos tomem parte nela. Em virtude de questões político-militares ou econômicas (por que não ambas?) a administração democrata convidou dois eminentes pesquisadores de energia. Assim, os professores Steven Chu, de Berkeley, e José Goldenberg, da Universidade de São Paulo, produziram o relatório denominado *Iluminando o Caminho: Em Direção a um Futuro de Energia Sustentável* (Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future) em que ambos imaginam formas de fazer com que não somente os Estados Unidos, mas todo o sistema internacional tenha superávit energético e, ao mesmo tempo, consigam mitigar os efeitos do aquecimento global.

O problema de fundo é que os dois professores não ignoram o choque de interesses que o assunto causa. E mais, correm o risco de terem suas palavras jogadas ao vento por causa das implicações de poder que a disputa de energia, bem como das novas tecnologias, promovem entre as unidades políticas, sobretudo aqueles que gozam de preeminência, como os Estados Unidos.

Desta forma, sugestões como a de procurar renovar cientificamente o consumo de carvão mineral, altamente poluidor, ou de pesquisar com mais afinco o uso do hidrogênio, extremamente oneroso nas atuais situações, parecem algo sem propósito. Mas não são para o bloco de poder estadunidense, cujo fito é se manter na preeminência do sistema. A economia norte-americana, em primeiro plano, e as demais que estão em ritmo de recuperação e necessitam enormemente de equilíbrio energético, sem o qual não há recuperação produtiva nem crescimento do emprego, o que leva as novas plataformas governamentais ao descrédito.

Desta forma, já é lugar-comum dizer que a ascensão positiva dos Estados no sistema internacional se dá melhor, sem reducionismo, à medida que há estoques de energia. No entanto, é necessário frisar que o impacto que a economia do petróleo provoca no sistema é de tal importância, mesmo em período de alta de preço, como houve no ano de 2007, que outros insumos ainda são considerados caros, como o hidrogênio ou solar, em comparação ao *ouro negro*.

Em contabilidade feita no depto. de Energia da Universidade Federal do ABC, sobre a relação custo benefício dos vetores, constatou-se que para adquirir uma unidade de energia, pelo hidrogênio, é necessário gastar quatro partes de hidroeletricidade ou de petróleo. Em outro ponto, para se adquirir uma unidade de etanol de milho são necessários duas ou três unidades de outros insumos. Assim, se percebe que o quanto os Estados Unidos ainda terão de depender de petróleo.

Em parte, boas idéias dão a impressão de serem o resgate das antigas. O lado mais original seria o de ser o Brasil um exportador de energia via álcool combustível e demais insumos para o mercado norte-americano, europeu e, talvez, asiático amainando o consumo chinês. Sem dúvida uma projeção tentadora para o País que almeja lugar de destaque no sistema, porém grandes serão os custos para manter essa posição. Ainda que de forma especulativa os três maiores problemas seriam: a falta de recursos para explorar a bacia de Tupi a contento, a oposição altamente alarmada que Hugo Chavez pode fazer contra o Brasil, contando com apoio do boliviano Evo Morales e do equatoriano Rafael Correa e a falta de um plano coerente para maximizar a produção do etanol em que considere as condições trabalhistas e o meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA GERAL

AGOSTINHO, Feni Dalano Roosevelt. *Uso de Análise Emergética e Sistema de Informações Geográficas no Estudo de Pequenas Propriedades Agrícolas*. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas: UNICAMP, 2005.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, *Gás Natural e Biocombustíveis*. Produção de Biodiesel – B100 por produtor, Disponível em: <http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Producao_de_biodiesel_m3.xls> Acesso em: abril de 2009.

ARON, Raymond. *Paz e Guerra entre as Nações*. Brasília, Universidade de Brasília, 1986.

BATTAGLINO, Jorge. *A Reativação da IV Frota e o Novo Paradigma de Controle Global dos Estados Unidos*. In *Política Externa*. v. 17, n 4. São Paulo, Paz e Terra, 2009.

BAUMAN, Z. *Comunidade: a busca por segurança no mundo atual*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

BEN. BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. 2008 - Ano Base 2007. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

BERMANN, Célio. *Belo Monte, O que diz o especialista*. Entrevista Online. Instituto Socioambiental. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/esp/bm/esp.asp>> Acesso em: 26 jan. 2006.

BERNI, Mauro Donizeti. *Biocombustíveis e Marco Regulatório*: evolução recente e as principais rotas tecnológicas. UFABC. 2007.

BIOMASS RESEARCH AND DEVELOPMENT BOARD. *National Biofuels Action Plan*. BRDi, 2008.

BÔA NOVA, Antonio Carlos, *Energia e classes sociais no Brasil*, São Paulo: Edições Loyola, São Paulo, 1985.

BP, *BP Statistical Review of World Energy*. jun. de 2008.

BRADSHER, K., China Outpaces U.S. in Cleaner Coal-Fired Plants, *The New York Times*. 11 maio 2009. Disponível em <http://www.nytimes.com/2009/05/11/world/asia/11coal.html?_r=1> Acesso em: 26 maio 2009.

BRITO, José Otávio. *O uso energético da madeira*. ESTUDOS AVANÇADOS 21 (59), 2007.

BUARQUE, Cristovam. *O Fetichismo da Energia: Revista pernambucana de desenvolvimento*, Recife, 9(1). Jan/Jun. 1982.

CAIAFFA, W. T.; FERREIRA, F. R.; FERREIRA, A. D.; OLIVEIRA, C. L.; CAMARGO, V. P.; Proietti, F. A. *Saúde urbana*: a cidade é uma estranha senhora, que hoje sorri e amanhã te devora. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.13, n.6, 2008.

CHAVES, L. H. G.; VASCONCELOS, A. C. F. *Alterações de atributos químicos do solo e do crescimento de plantas de milho pela aplicação de xisto*. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.10, n.1, 2006.

CHU, S.; GOLDEMBERG, J. *Lighting the way*: Toward a sustainable energy future. InterAcademy Council: Out. 2007. Disponível em: <<http://www.interacademycouncil.net>> Acesso em: 3 set. 2009

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS – CCE. 2005. *Livro Verde*. Eficiência energética ou “Fazer mais com menos”. Bruxelas.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar Safra 2008*, terceiro levantamento, dezembro/2008. Brasília: CONAB, 2008.

_____. *Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos*, sexto levantamento, março/2009. Brasília: CONAB, 2009

CONSELHO MUNDIAL DE ENERGIA -World Energy Consul – Comitê Brasileiro. *Eficiência Energética: Uma análise Mundial*. Rio de Janeiro, 2008.

_____. World Energy Consul – *Regional Energy Integration in Latin America and the Caribbean*.

DE FREITAS, Silene Maria; NACHILUK, Kátia. *Desempenho da Produção Brasileira de Biodiesel em 2008*. Periódico Análises e Indicadores do Agronegócio. v.4, n.2, fevereiro 2009. Instituto de Economia Agrícola. São Paulo: IPE, 2009.

DE GOUVELLO, Christophe. *As crises Energéticas Rurais: percebendo a diversidade e entendendo a emergência*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

DINCER, Ibrahim; ROSEN, Marc A. *Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development*. Cap. 3. Elsevier, 2007.

DOTI, Marcelo Micke. *Sociedade Natureza e Energia* – condições estruturais e superestruturais de produção no capitalismo tardio. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008.

DURÃES, Frederico Ozanan Machado. *Biocombustíveis: reais questões para a equação Brasil de desenvolvimento sustentável*. Revista de Política Agrícola. Ano XVII – Nº 1 – Jan./Fev./Mar. Brasília: MAPA, 2008.

DUKE-ENERGY, *Análise do Consumo Mundial de Energia em 2006*, Ano V nº 55, out. de 2007. Disponível em: <http://www.duke-energy.com.br/Newsletter/ins05_07_pt_print.htm> Acesso em: 22 abril 2009.

DYER, S.; MOORHOUSE, J.; LAUFENBERG, K.; POWELL, R. *Under-Mining the Environmental: The oil sands report card*. Alberta: The Pembina Institute/WWF-Canada, 2009.

EIA *Energy Information Administration*, “Demanda por energia primária em 2006”, Statistics on the Web, 2008. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/>> Acesso em: 10 abril 2009.

_____. *Geração de eletricidade por fonte nos EUA*, 2000. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/>> Acesso em: 10 abril 2009.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The State of Food and Agriculture: biofuels – prospects, risks and opportunities*. FAO: Roma, 2008.

FERNANDES-MACHADO, N. R. C; MIOTTO-BIGATÃO, D. M. M. *Utilização de zeólitas sintetizadas a partir de xisto retornado na remoção de arsênio em águas contaminadas*. Química Nova, v.30, n.5, 2007

FERREIRA, Oliveira. *Crise da Política Externa: Renovação ou Submissão?* Rio de Janeiro, Revan, 2001.

FMI e Banco do Brasil dizem que o combate à pobreza está difícil, *IOL Portugal Diário*, 25 junho 2009, Disponível em: <<http://diario.iol.pt/economia-alertas/portugal-pobreza-economia-fmi-banco-mundial/1059639-3219.html>> Acesso em 30 abril 2009.

FURTADO, Celso. *O Crescimento Interrompido*. São Paulo, Paz e Terra, 1992.

GIAMPIETRO, Mário; PASTORE, Gianni; ULGIATI, Sergio. *Agricultura italiana e conceitos de sustentabilidade*. Capítulo 4. Livro: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável: exemplos de uso da metodologia energética - ecossistêmica. Enrique Ortega (Org.). Campinas: UNICAMP, 2003.

GOES, Tarcizio. MARRA, Renner. SOUZA E SILVA, Geraldo. *Setor sucroalcooleiro no Brasil: situação atual e perspectivas*. Revista de Política Agrícola. Ano XVII – Nº 2 – Abr./Maio/Jun. Brasília: MAPA, 2008.

GOMES, Aramis P., FERREIRA, José A, F., ALBUQUERQUE, Luiz F., SÜFFERT, Telmo. *Carvão Fóssil*, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Estudos Avançados, Porto Alegre, 1998.

GOWAN, Peter. *A Roleta Global*. Rio de Janeiro, Record, 2003.

GRAY, John. *O Falso Amanhecer*. Rio de Janeiro, Record, 1999

GREENPEACE, *Mudanças do Clima, Mudanças de Vida* - Como o aquecimento global já afeta o Brasil, publicação Greenpeace Brasil, agosto, 2006.

GROSTEIN, M. D. *Metrópole e Expansão Urbana: a persistência de processos insustentáveis*. São Paulo em Perspectiva, v. 15, n.1, 2001.

GUZMÁN, Oscar M. *Eficiência Energética*. Um panorama regional. Nueva Sociedad, Buenos Aires, 2009.

HAMELINCK, Carlo N, & FAAIJ, André P.C. *Outlook for advanced biofuels*. Energy Policy 34, 2006.

HANSEN, James. É hora de taxar o petróleo. *Jornal Folha de São Paulo*, 15 de março de 2009.

HÉMERY, Daniel; DEBEIR, J. C. & DELÉAGE, J. P. *Uma história da Energia*. Traduzido e atualizado por Sérgio de Salvo Brito. Editora Universidade de Brasília. Brasília, 1993.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. *Energia e Meio Ambiente*. Thomson. São Paulo, 2003.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção da Pecuária Municipal 2007*. Vol. 35. Rio de Janeiro, 2008.

IEA - International Energy Agency. Agência da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). *World Energy Outlook, 2008*. Paris, 2008.

_____. *Key World Energy Statistics*. Paris, 2008.

_____. *Energy Efficiency Policy Recommendations* [In support of the G8 Plan of Action]. Paris, 2008.

_____. *World Energy Outlook 2006*. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/>> Acesso em: 4 set. 2009.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, v. 2, Energy, Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>> Acesso em: 26 junho 2009.

LAL, R. *World crop residues production and implications of its use as a biofuel*. Environment International 31, 2005.

LAMBRANHO, Lúcio. Pai de Ayrton Senna é acusado de explorar trabalho escravo. Online. *Congresso em foco*. 12 fev. 2008. Disponível em: <http://www.adur-rj.org.br/5com/pop-up/pai_senna_acusado_trab_escravo.htm> Acesso em: 03 abril 2009.

LEE, Henry; CLARK, William C.; DEVEREAUX, Charan. *Biofuels and Sustainable Development: Report of an Executive Session on the Grand Challenges of Sustainability Transition*. San Servolo Island, Venice, Italy: May 19-20, 2008. Sustainability Science Program; Center for International Development. Harvard University. Massachusetts: Cambridge, 2008.

LEITÃO, M. Iluminando o caminho. *O Globo*. 20 dez. 2008, coluna Panorama Econômico.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (orgs.). *Sociedade e Meio Ambiente: a educação ambiental em debate*. São Paulo: Cortez, 2002.

LUCON, Oswaldo & GOLDEMBERG, José. *Crise Financeira, energia e sustentabilidade no Brasil*. Estudos Avançados 23 (65), 2009.

MACEDO, Isaias C. *Situação atual e perspectivas do etanol*. Estudos Avançados 21 (59), 2007.

MARCUSE, Herbert. *A ideologia da sociedade industrial: o homem unidimensional*. 4º ed., Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

MARQUES, Milton, HADDAD, Jamil, MARTINS, André Ramon Silva (coord.). *Conservação de Energia*. Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. FUPAI. Itajubá, MG. 2006.

MARTHA JR. Geraldo B. *Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado*. Revista de Política Agrícola. Ano XVII – Nº 3 – Jul./Ago./Set. 2008. Brasília: MAPA, 2008.

MARX, Karl. *A ideologia alemã*. 5º ed. São Paulo: HUCITEC, 1986.

_____. *O capital*. São Paulo, Difel. Livro I, volume I, 1988.

_____. *Para a Crítica da Economia Política*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MATTOZO, V; CAMARGO, C. C. B. *Energia, Ambiente e Mídia: Qual é a Questão?* Florianópolis: UFSC, 2005.

MÉSZÁROS, Istvan. *Para além do Capital*. São Paulo: Boitempo, 2002.

METI, por Berg, Christoph (2004) *World Fuel Ethanol*. Analysis and Outlook. Disponível em: < <http://www.distill.com/> > Acesso em: 4 set. 2009.

NAT – Núcleo Amigos da Terra Brasil, *Carvão: O combustível de ontem*, Porto Alegre, 2004.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; LORA, Electo Eduardo Silva. *Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações* – 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

NORIEGA, L. V. *Aspectos relevantes do comportamento dos usuários de automóveis: um estudo sob a ótica do consumo sustentável na área de transportes*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PHILIPPI, A.; PELICIONI, M. C. F. *Educação Ambiental e Sustentabilidade*. Barueri: Manole, 2005.

PINTO-JUNIOR, H. Q. P. (org.). *Economia da Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial*. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

PLATAFORMA BNDES. *Impactos da indústria canavieira no Brasil* IBASE, 2008. Disponível em: <<http://www.plataformabndes.org.br>> Acesso em: 4 set. 2009.

POSSAMAI, Fernando P.; VIANA, Ednilson; SCHULZ, Harry E.; COSTA, Marcel M.; CASAGRANDE, Everson, *Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente*, Ciência e Saúde Coletiva, 2007.

Poverty in the U.S. *THE GLITTERING EYE* 19 nov. 2007. Disponível em: <<http://theglitteringeye.com/?p=3299>> Acesso em 08 maio 2009.

PRADO JUNIOR. Caio. *A Revolução Brasileira*, 6º ed. São Paulo: Brasiliense, 1978.

Preço do Petróleo cai 60% em 2008, *EURONEWS*, 31 dez. 2008, Disponível em <<http://pt.euronews.net/2008/12/31/crude-oil-ends-year-weak/>> Acesso em 26 maio 2009.

PRÉVOT, H. *Trop de pétrole, énergie fossile et réchauffement climatique*. Paris: Seuil, 2007.

Programa Luz para Todos supera metas de atendimento em Pernambuco, *AGÊNCIA BRASIL*. 1 dez. 2008, Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/12/01/materia.2008-12-01.2968245566/view>> Acesso em 30 abril 2009.

REIS, Thiago. Pai de Ayrton Senna é acusado de trabalho escravo na Bahia. *Agência Folha*. 14 fev. 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/brasil/ult96u372190.shtml>> Acesso em: 03 abril 2009.

RICARDO, David. *Princípios de economia política e tributação*, São Paulo: Abril Cultural, 1982.

RIFKIN, J. *A economia do hidrogênio*. São Paulo: M. Books, 2003.

ROMERO, Ademar Ribeiro. *O preço da riqueza*. Revista de Economia Política, vol. 17, nº 3 (67), 1997.

SACHS, Ignacy. *A Revolução Energética do Século XXI*. Estudos Avançados 21 (59), 2007.

_____. “Ignacy Sachs analisa a transição para a era das biocivilizações”, *Boletim do IEA-USP*, nº 127 – 1ª quinzena de dez. de 2008.

SANTOS, Milton. *Por uma outra Globalização: do pensamento único à consciência universal*, 14ªed. Rio de Janeiro: Record, 2007.

SILVA, Fabiano Ionta Andrade. *Trabalho de Fundamentos da Energia*. UFABC. 2007.

STENGERS, Isabelle. *A Invenção das Ciências Modernas*, São Paulo, Ed. 34, 2002.

TONET, I. LESSA, S. *Introdução a Filosofia de Marx*, São Paulo: Expressão Popular, 2004.

TUCK, Gill, GLENDINING, Margaret J., SMITH, Pete, HOUSE Jo I., WATTENBACH, Martin. *The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate*. Biomass and Bioenergy 30, 2006.

UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar. *Produção de etanol do Brasil*. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/producaoetanol.xls>> Acesso em: abril de 2009.

VEIGA, José Eli. *A insustentável utopia do desenvolvimento*. Em: André Gorz e seus críticos; organizadores: SILVA, Josué P. & RODRIGUES, Iram Jácome. Parte III, 2006.

VIDAL, José Bautista; VASCONCELLOS, Gilberto. *O Poder dos Trópicos*. São Paulo, Casa Amarela: 1998.

WBCSD, World Business Council for Sustainable Development, *Coal industry to Obama: Friend or Foe?* 2006. Disponível em: <<http://www.wbcsd.org>>/ Acesso em: 10 abril 2009.

WEO, World Energy Outlook 2007. *China and India Insights*, International Energy Agency, 2007.

“A saber, que também no terreno dos fatos humanos, tanto quanto no dos fatos físicos, onde de há muito não se pensa de outra forma, o conhecimento científico consiste em saber o que se passa, e não o que é. A concepção metafísica das “essências” — o que as coisas são — precisa dar lugar nas ciências humanas, de uma vez por todas, como já se deu há tanto tempo nas ciências físicas, à concepção científica do que acontece. Concepção essa em que o próprio ser não é senão o acontecer, um momento desse acontecer. É o que acontece que constitui o conhecimento científico; e não o que é. (PRADO JUNIOR, 1978)”*

**Citado em Aparência e a Essência: Discussões sobre o artigo: “Iluminando o caminho em prol de um futuro energético sustentável” de Elaine Santos e Márcio Mello.*